Zur Kenntnis der Inhaltsstoffe in den Gelenken.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Georg August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Guido Eckmann

aus Flensburg.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Göttingen 1916.

Druck der Dieterichschen Univ.-Buchdruckerei (W. Fr. Kaestner).

Als Dissertation angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 7. Juni 1916.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Berthold.

Meinen Eltern.

Einleitung.

Über die pflanzlichen Gelenke, wie sie sich so oft an der Achse und den Blättern finden, sind recht zahlreiche Untersuchungen angestellt worden. Man hat bei diesen einmal rein anatomische Ziele verfolgt, und untersucht, worin sich die Gelenke in ihrem Bau von den übrigen Teilen der Pflanze unterscheiden.

Es sei in bezug hierauf auf folgende Arbeiten hingewiesen

1) Schwendener, Das mechanische Prinzip im Bau der Monokotylen. Leipzig 1874.

2) de Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877.

3) Russow, Zur Kenntnis des Holzes, besonders des Koniferenholzes. Bot. Zentralblatt 1883, Bd. 13, S. 101.

4) Preuß, Die Beziehungen zwischen dem anatomischen Bau und der physiologischen Funktion der Blattstiele und Gelenkpolster. Berl. Inaug.-Diss. 1885.

5) Plitt, Vergl. Anatomie der Blattstiele der Dikotylen. Diss. Marburg 1886. S. 12 u. 38.

6) Strasburger, Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen der Pflanzen. Jena 1891.

7) Grob, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Bibliotheca botanica. Stuttgart 1896. S. 1—121.

8) Schwendener, Das Wassergewebe im Gelenkpolster der Marantaceen. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1896. XXIV, S. 535—546.

9) Ders., Die Gelenkpolster von Mimosa pudica. Sitzungsber. d. Königl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1897. XIV. S. 228—256.

10) Ders., Gelenkpolster von Phaseolus u. Oxalis. Ebenda 1898. XII, S. 176—181.

11) Solereder, Systematische Anatomie der Dikotylen. Stuttgart 1899.

12) Mac Farlane, Beiträge zur Anatomie u. Entwicklung von Zea Mays. Diss. Göttingen 1900.

13) Lehmann, Über den Bau und die Anordnung der Gelenke der Gramineen. Diss. Straßburg 1906.

14) Sperlich, Die optischen Verhältnisse in der oberseitigen Blattepidermis tropischer Gelenkpflanzen. Sitzungsber. d. Wiener Akad. (Mathem.-naturw. Kl.) 1907, Bd. CXVI.

15) F. Czapek, Die Bewegungsmechanik der Blattgelenke der Menispermaceen. Ber. d. deutsch. botan. Ges. 1909, Bd. XXVII.

16) Rudolph, Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Blattgelenke bei den Menispermaceen. Ebenda 1909.

17) Sperlich, Untersuchungen an Blattgelenken. Jena 1910.

In besonders eingehender Weise sind dann aber die Gelenke in ihrem physiologischen Verhalten erforscht worden, in ihrer Bedeutung für die Pflanze und in bezug auf die Mechanik, die ihren Bewegungen zugrunde liegt.

Hier sind vor allem zu erwähnen:

18) Pfeffer, Druck und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Abhandl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig 1893. S. 235—474.

19) Ders., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1897.

20) Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena 1913.

Beide Verfasser berücksichtigen auch eingehend die ältere Literatur und führen zahlreiche Werke daraus an.

Sonst sind noch zu nennen:

21) Haberlandt, Über die Perzeption des geotropischen Reizes. Ber. d. deutsch. botan. Ges. 1900, Bd. 18, S. 261—272.

22) Ders., Zur Statholithentheorie des Geotropismus. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botanik 1903, Bd. 38.

23) Nemec, Über die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Ebenda 1901, Bd. 36.

24) Goebel, Das Rumphius-Phänomen und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. Biolog. Centralblatt, 1916, Bd. XXXVI, Nr. 2 u. 3, S. 49—116.

Über die Inhaltsstoffe in den Gelenken sind bisher weniger eingehende Untersuchungen angestellt worden. Pfeffer schreibt in seiner unter 18) erwähnten Arbeit über die Turgorverhältnisse (S. 398): »Die mechanische Vermittlung der Außenleistungen kommt in den Grasknoten ebenfalls durch entsprechende Entspannung zu Wege, die von einer Turgorschwellung begleitet sein kann«. (S. 399): »Von dem interfaszikularen Parenchym nimmt der Turgor gegen die Epidermis bis auf 8 % Salpeter ab, dieser Abfall geht in der Längsrichtung des Knotens noch weiter, sodaß nach beiden Seiten, außerhalb des Knotens, ein Wert von 5 % Salpeter erreicht wird. In den Leitbündeln ist der plasmolytische Wert schlecht zu kontrollieren, doch ist er in den Kollenchymzellen anscheinend etwa so hoch wie in der Epidermis, also geringer als in dem turgorreichsten, in dem interfaszikularen Parenchym«. Zur weiteren Erklärung dient die Figur 12. Hier ist die Turgorverteilung in Prozenten Salpeter angegeben in Zonen von Innen nach Außen: 10, 9, 8; und von der Mitte nach oben und unten: 10, 9, 8, 7, 6, 5. Zwischen den einzelnen Zonen ändert sich der Turgordruck nicht plötzlich, sondern allmählich.

Die Inhaltsstoffe selbst behandeln dann:

25) Sanio, Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Botan. Zeitung 1863.

26) Berthold, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. Leipzig 1898. 1. Bd., S. 69.

27) Siburg, Zur Kenntnis der Inhaltsstoffe in den Gelenken der Leguminosen und Oxalideen. Diss. Göttingen 1913.

Auf die betreffenden Stellen in den einzelnen Arbeiten wird im speziellen Teil näher eingegangen werden.

Zweck und Ziel der folgenden Untersuchungen war, die Inhaltsstoffe in den Gelenken verschiedener Pflanzen näher zu erforschen, auch in ihrem Verhalten gegenüber den übrigen Pflanzenteilen. Berücksichtigt wurden vor allem Stärke und Gerbstoff, dann auch Chlorophyll, Zucker und Oxalat.

Untersucht wurden bei den Gräsern, bei Epimedium pinnatum, Aesculus Hippocastanum und Acer pseudoplatanus Blattgelenke, bei Chaerophyllum aureum und Aristolochia Sipho Stengelgelenke.

Die untersuchten Pflanzen entstammten dem Botanischen Garten zu Göttingen, Zea Mays wurde im Gewächshaus auf dem Dache des pflanzenphysiologischen Instituts kultiviert, Saccharum officinarum wuchs in einem Gewächshaus des Gartens.

Das Material wurde im Sommer 1915 gesammelt.

Die Pflanzen wurden nach dem Einsammeln sofort unter der Wasserstrahlluftpumpe, nach der Bertholdschen Methode, etwa $^3/_4$—$1^1/_4$ Std. mit Kaliumbichromatlösung injiziert, nachdem sie an passenden Stellen angeschnitten waren, um das Eindringen der Lösung zu erleichtern. Die Objekte blieben dann 5 Tage in der Lösung liegen, wurden darauf tüchtig ausgewaschen und in formaldehydhaltigem Wasser aufbewahrt. Stärke wurde durch Chloraljod nachgewiesen, Zucker durch Fehlingsche Lösung, hergestellt nach Tollens, Handb. der Kohlenhydrate, Breslau 1888, S. 71.

Als Reagenz für Verholzungsreaktionen diente Phloroglucin-Salzsäure.

Spezieller Teil.

Einzeluntersuchungen.

Zea Mays.

Zur Untersuchung gelangten Blätter von Maispflanzen, die im Sommer 1915 im Gewächshaus auf dem Dache des pflanzenphysiologischen Instituts zu Göttingen kultiviert wurden. Die Pflanzen waren sehr gut gedüngt und beleuchtet, alle waren voll und kräftig entwickelt.

In voller Entwicklung besitzen sie gut ausgebildete Blütenstände. Die Stengelknoten treten stark hervor und sind z. T. schwach gerötet. Die Internodien sind gelblichgrün, die Blattscheiden hellgrün, behaart und greifen mit den Rändern übereinander. Die Gelenke erscheinen deutlich gelb abgesetzt, in der Mitte der Unterseite grün, an den Rändern häufig braun und abgestorben. Die Spreiten grün mit kräftigem und weiß gefärbtem Mittelnerv, die Ränder sind im Absterben begriffen, desgl. die Spitzen. Ihre Breite beträgt ca. 9 cm, die Länge vom ältesten nach dem jüngsten abnehmend 85—50 cm.

Im älteren Stadium bei der Fruchtbildung nimmt die Behaarung der Scheiden ab und die Internodien werden schwach gerötet. Die unteren Blätter sind gerötet und z. T. abgestorben.

Anatomie.

Zugrunde gelegt ein am 16. 7. 1915 konserviertes Blatt. Pflanze, 2,30 m lang, hat zur Fruchtbildung angesetzt. Untersucht das 4. Laubblatt, von unten gerechnet. Blattscheide gelb, Gelenk deutlich gelb und glänzend abgesetzt. Spreite an den Rändern und an der Spitze abgestorben, sonst gesund und intensiv grün gefärbt, im Mittelnerv ein weißer Streifen. Länge der Spreite 88 cm, größte Breite 5,2 cm.

Die Scheide wurde 3 cm unter, die Spreite 3 cm über dem Gelenk geschnitten, desgl. bei den anderen untersuchten Blättern.

Scheide: Sie ist regelmäßig gebaut und besitzt drei verschiedene Größen von Bündeln, die miteinander wechseln. Zwischen dem Siebteil der Bündel und der Epidermis liegen Sklerenchymstränge, vor den großen Bündeln stärker als vor den kleinen. Auf der Innenseite der großen Bündel finden sich Fasersicheln. Ihnen gegenüber subepidermal auf der Oberseite liegen flache Faserstränge. Die Bündelscheide der großen Bündel besitzt schwach verdickte, die Epidermis der Unterseite stärker verdickte und verholzte Membranen. In den Rändern im Grundparenchym nicht sehr große Höhlungen, kleine auch in den Übergängen zur mittleren Partie, im inneren Teil der mittleren Partie schwache Verholzung des Grundparenchyms. Das Parenchym um die Bündel, zwischen ihnen, gegen die Epidermis und hypodermal auf der Oberseite erscheint kleinzelliger.

Spreite: Das sklerenchymatische Gewebe ist stark ausgebildet. Im Mittelnerv auf der Oberseite ein breites Sklerenchymband [1]). Nach innen einige Schichten unverholztes, kleinzelliges Grundparenchym, in den inneren Teilen erscheint es großzelliger und verholzt. Zwischen den Bündeln unverholztes, kleinzelliges Parenchym, Abnahme der Verholzung nach den Seiten. Vor den mittleren Bündeln sind die subepidermalen

1) Vgl. Schwendener, Das mech. Prinzip, Abb. Tafel 8, Fig. 2 u. 3.

Schichten auf beiden Seiten stark verholzt, ebenso die Epidermis der Oberseite. Die Membranen der Sklerenchymfasern sind intensiv gelb gefärbt.

Gelenk: Es hat die Form einer stark gewölbten bikonkaven Linse[1]). In der Mitte ist es 0,2 cm, in den stark gewellten Rändern 2 cm breit. Gegenüber Scheide und Spreite zeigt das Gelenk eine starke Anschwellung und auch im anatomischen Bau starke Verschiedenheiten. Bündel zahlreicher als in der Scheide und weniger als in der Spreite. Fasergewebe stärker ausgebildet und kollenchymatisch gegenüber dem rein sklerenchymatischen von Scheide und Spreite[2]). In der mittleren Region auf der Oberseite ein Kollenchymband. Es bildet sich im Übergang von der Scheide zum Gelenk aus schwachen Sklerenchymfasern. Im Gelenk wird es kollenchymatisch und stärker ausgebildet und liegt 1—2 Zellschichten von der Epidermis entfernt. In der Spreite wird es wieder sklerenchymatisch, aber nicht so kräftig ausgebildet. Das Assimilationsparenchym ist kleinzelliger und dickwandiger, das Grundparenchym vollständig erhalten. Die Zellen sind kleiner und kürzer, nur in der mittleren Partie sind sie groß und dünnwandig. Die Bündel sind nicht so zahlreich wie in der Spreite. Der Längsschnitt zeigt im Übergang von der Scheide zum Gelenk in der mittleren Partie im inneren Grundparenchym eine allmähliche Abnahme der Verholzung von innen nach außen, am längsten bleibt die Verholzung in der innersten Schicht. An der Basis der Spreite ist keine Verholzung unmittelbar über dem Gelenk. In den Rändern ist die Verholzung stärker im Grundparenchym und geht auch tiefer ins Gelenk. Das Kürzerwerden der Zellen im Grundparenchym tritt allmählich ein im Übergang von Scheide zum Gelenk,

1) Vgl. Mac Farlane, S. 16.

2) Russow, S. 101 »... weisen die Blattspreiten der Gräser an ihrem Grunde kein verholztes Sklerenchym, sondern unverholztes kollenchymatisches Gewebe auf, das in Form von Strängen, Platten oder Hohlzylindern auftritt«.

hier sind sie etwa halb so lang wie in der Scheide. In den Rändern sind die Zellen des Assimilationsparenchyms der Oberseite in der Scheide quer gestreckt, im Übergang zum Gelenk gehen sie ziemlich unvermittelt in längs-gestreckte über, im Gelenk werden sie kürzer und dicker, aber auch kleiner, dies dauert bis zur Spreite an. Gleiche Verhältnisse finden wir auch auf der Unterseite, nur sind die Zellen kleiner und stark kollenchymatisch ausgebildet.

Bei der Ausbildung des Kollenchymbandes greifen die sklerenchymatischen und kollenchymatischen Zellen fingerförmig ineinander[1]).

Verholzung. 1) Scheide: 18. 6. Intensiv rote Färbung in den Fasersträngen der Unterseite, in der Endodermis und dem Gefäßteil der Bündel, nicht so stark in den Fasersicheln an diesem. Die Faserstränge der Oberseite sind nur schwach verholzt.

16. 7. Zunahme der Verholzung, besonders bei den Primärbündeln, auch in den Fasersträngen der Oberseite. Grundparenchym in der mittleren Region in den inneren 4—5 Schichten vor dem mittleren Primärbündel, ausstrahlend bis zum folgenden nach jeder Seite, Membranen intensiv braun gefärbt und straff. Auf der einen Seite Verholzung etwas weiter bis zum 2. Primärbündel, Zellschicht vor den Primärbündeln unverholzt.

9. 8. Wie vorher.

2) Spreite: (3 cm vom Gelenk) 18. 6. Rotfärbung in den Fasersträngen der Unterseite, im Gefäßteil der Bündel, in der Endodermis, stärkere Verholzung in den großen Bündeln nach der Spreite zunehmend, oberseitige Faserstränge orangefarbig. Grundparenchym nur im Mittelnerv unmittelbar vor den mittleren Primärbündeln in den inneren Schichten mit dunkelbraungelben und steifen Membranen, schwache Ausstrahlung der Verholzung bis zu den ersten Primärbündeln.

---

1) Lehmann, S. 29.

16. 7. Verholzung stärker wie vorher. Abnahme von Mittelnerv nach Spreite. Verholzung im Grundparenchym des Mittelnervs, innen drei Schichten vom Faserband und eine Schicht von den Primär- bezw. Sekundärbündeln entfernt, keilförmig sich erstreckend bis zum 2. Primärbündel vom mittleren aus gerechnet.

9. 8. Wie vorher, nur in den Spreiten stärkere Verholzung der Fasern.

3) Gelenk: 18. 6. Im Übergang von der Scheide Faserstränge nicht so stark verholzt wie in dieser. Grundparenchym Membranen dunkel und im Begriff steif zu werden. Im Gelenk selbst nur Gefäße der Bündel rot gefärbt. Die inneren Schichten des Grundparenchyms kaum verholzt. Im Übergang zur Spreite Faserstränge in der Mitte der Unterseite schwach rot gefärbt, ebenso Gefäßteil der Bündel, diese auch in den Rändern aber schwächer, sonst keine Verholzung. Grundparenchym innen nur schwach dunkel gefärbt.

16. 7. Grundparenchym stärker verholzt, auf dem Längsschnitt deutlich sichtbar. Nach Scheide und Spreite zunächst nur braungelbe Färbung der inneren Schichten, dann allmählich auch weiter nach außen.

9. 8. Wie vorher auch inneres Grundparenchym schwach braungelb. Im Übergang zur Spreite in der mittleren Region innen rechts und links vom Primärbündel je ein Komplex braungelb gefärbter Zellen.

Frischuntersuchung.

I. Auf Chlorophyll und Stärke am 19. 7. 1915.

Blatt von derselben Pflanze wie das vorige, gleicher Entwicklungszustand. Spreite 82 cm lang, 6 cm größte Breite. Gelenk gelblich, Mitte der Unterseite grünlich, Ränder abgestorben. Scheide gelblichgrün, Spreite dunkelgrün, Ränder und Spitze abgestorben.

Scheide. Chlorophyll: Nur in der Bündelzone im Assimilationsparenchym. Maximum um die Bündel.

Stärke: Fehlt.

Spreite. Chlorophyll: Auf der Unterseite im Parenchym zwischen den kleinen Bündeln in erheblicher Menge, in den randlichen Partien Zunahme, hier auch unmittelbar unter der Epidermis. Maximum um die kleinen Bündel.

Stärke: Tiefblaue Färbung in der Stärkescheide um die kleinen Bündel in den randlichen Teilen.

Gelenk. Chlorophyll: Auf der Unterseite im kollenchymatischen Gewebe und zwischen den Bündeln, in ihnen selbst am meisten, sonst weniger als in Scheide und Spreite, makroskopisch schon erkenntlich durch die blasse Farbe des Gelenks. Auch auf der Oberseite noch in den subepidermalen Schichten.

Stärke: In großen Mengen auf der Innenseite der Bündel in zwei Zellschichten, vor den großen drei, im unverholzten Grundparenchym 3—4 Zellschichten unter dem Faserband. Ferner in den randlichen Teilen im Grundparenchym zwischen den Bündeln und der Oberseite.

II. Auf reduzierenden Zucker am 22. 7. 1915.

Mittlere Partie des Gelenks grün, die Seiten gelb, die Ränder abgestorben. Unter der Ligula eine grüne Zone. Spreite, 90 cm lang und 5 cm größte Breite, dunkelgrün. Ränder und Spitzen abgestorben. Scheide hellgrün.

Scheide: Zucker in ziemlicher Menge, besonders im Grundparenchym, in den Bündeln, auch im Assimilationsparenchym. Zunahme nach der mittleren Region. Im sklerenchymatischen Gewebe und in den hypodermalen Schichten nur wenig roter Niederschlag. Mitte der Oberseite weniger als Unterseite.

Spreite: Bedeutend geringere Menge als in Scheide und Gelenk. Im Assimilationsparenchym der Unterseite nur geringe Spuren. Kein Zucker in den randlichen Bündeln. Am meisten im unverholzten Grundparenchym.

Gelenk: In den mittleren Teilen im Grundparenchym

starker ziegelroter Niederschlag, nach außen Abnahme, ebenso nach den Rändern. Maximum in der mittleren Region.

Von einem anderen Blatt wurden am 24. 7. durch das Gelenk Längsschnitte gemacht, um den Ort des Maximums festzustellen. Es lag im unteren Teil des Gelenks, und zwar unmittelbar unter der Ligula.

Untersuchung des konservierten Materials.

Konserviert am 16. 7. 1915.

Morphologie s. S. 10.

Nach dem Konservieren: Gelenk dunkelbraun, Spreite mittlere Partie in Gelenknähe braun, unterseitig gelb, die seitlichen lebenden Partien grün, die abgestorbenen gelbbraun. Scheide gelbbraun.

Scheide. Stärke: Fehlt.

Gerbstoff: Lupenbild zeigt nichts Auffallendes.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der hypodermalen Schicht der Unterseite, um die Faserstränge und Bündel schwacher Niederschlag in der anliegenden Zellschicht.

Spreite. Stärke: Tiefblauschwarze Färbung in der Stärkescheide um die kleinen Bündel. Um die großen nur wenig in den randlichen Teilen. Zunahme nach den Seiten. In der Mitte wenig.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Mittelnerv kein Niederschlag, in der Spreite selbst in den gut ausgebildeten Gelenken brauner Niederschlag, ebenso im benachbarten farblosen Parenchym. Im Übergang nur wenig.

Mikroskopische Untersuchung: Nur in den randlichen Teilen des Mittelnerven und der anstoßenden Spreitenteile hell- bis stark brauner Niederschlag in den Gelenken und den darunter liegenden 2—3 Zellschichten des Parenchyms der Oberseite.

Gelenk. Stärke: Im Übergang von Scheide zum Gelenk: In den Rändern blauschwarze Färbung in den Zellen

des Grundparenchyms vor den Bündeln, besonders den großen. Im Übergang zur mittleren Partie und in dieser selbst nur wenig in der Zellschicht vor den großen Bündeln.

Im Gelenk selbst: In den Rändern in den unverholzten Zellen des Grundparenchyms sehr wenig zwischen den großen Bündeln und den Fasersträngen der Oberseite, in den äußersten Teilen nur geringe Spuren. Zunahme im Übergang zur mittleren Partie. Hier auch in den Parenchymzellen auf der Oberseite des Kollenchymbandes schwach blaue Färbung.

Im Übergang zur Spreite: Stärkescheide um die Bündel tiefblau gefärbt, um die großen nur an den Seiten. Im Mittelnerv keine Färbung.

Maximum im Gelenk, im Übergang zur Scheide und im Übergang zur Spreite, in den Rändern um die Bündel.

Gerbstoff. Lupenbild: 1) Längsschnitt: In der mittleren Region wenig Niederschlag, braune Färbung nur in der Zellschicht der Oberseite, Zunahme nach den Rändern. Hier intensive Braunfärbung der Oberseite. Grundparenchym gelbbraun. Unterseite braun. Übergang nach der Scheide sehr plötzlich eben unter der Ligula. Ebenso Abnahme nach der Spreite.

Im Übergang vom Gelenk zur Scheide Verschwinden des Gerbstoffs in den Rändern plötzlich, einige (2—3) Zellschichten unter der Ligula im Grundparenchym, kurz darauf in den hypodermalen Schichten der Unterseite. Nur ganz allmähliche Abnahme im Parenchym der Oberseite. Am intensivsten Niederschlag in der hypodermalen Schicht. In der mittleren Partie des Gelenks im Grundparenchym keine Färbung, außen nur wenig, Abnahme allmählich.

Nach der Spreite zu hier die gleichen Verhältnisse. In den Rändern im unterseitigen Teil des Grundparenchyms plötzlich im Übergang Verschwinden des Niederschlages, während noch im anderen Teil sehr intensive Färbung und erst allmählich Annahme. Im Assimilationsparenchym der Unterseite ein allmähliches Verschwinden, auf der Oberseite Verhalten wie im zugehörigen Grundparenchym.

2) Querschnitt: Übergang von Scheide zum Gelenk: Nur wenig hellbrauner Niederschlag in den äußeren Zellschichten der Unterseite, nach den Rändern stärker, in deren äußeren Teil alle Gewebe dunkelbraun, da schon zum Gelenk gehörig. Gelenk selbst: In den Rändern Epidermis, hypodermale Schichten, Kollenchymstränge dunkelbraun, nur Grundparenchym gelbbraun. Nach der mittleren Region hin Abnahme der Menge: Epidermis, hypodermale Schichten, äußere Zellen der Kollenchymstränge dunkelbraun, innere Teile der Fasern rotbraun, alles übrige Gewebe gelbbraun. Im Übergang zur Spreite Unterseite in den Rändern schwachbraun. Gelenke und hypodermale Schichten der Oberseite mit dunkelbraunem Niederschlag. Im Mittelnerv Abnahme. Epidermis der Oberseite dunkelbraun.

Die mikroskopische Untersuchung: Im Übergang von Scheide zum Gelenk in den Rändern alle Gewebe, mit Ausnahme des gelbbraun gefärbten Grundparenchyms, rotbraun, nach der Mitte hin Abnahme der Gerbstoffmenge. Hier nur die beiden hypodermalen Schichten der Unterseite in ihren unverholzten Teilen gelblich braun gefärbt.

Das Gelenk selbst: In den Rändern Epidermis hypodermale Schichten, Kollenchymstränge mit dunkelbraunem, Grundparenchym mit gelbbraunem Niederschlag. Im Übergang nach der mittleren Region Abnahme. Kollenchymstränge hell- bis rotbraun gefärbt, nur in den äußeren Zellen dunkelbraun. Das unverholzte Parenchym zwischen den Fasersträngen und den Bündeln rotbraun, das Grundparenchym gelbbraun bis gelb.

Im Übergang zur Spreite in den Rändern Epidermis und hypodermale Schicht hellbraun. Das Parenchym zwischen den kleinen Bündeln gelblich braun. Gelenke und hypodermale Schicht der Oberseite rotbraun, die beiden folgenden Schichten des chlorophyllfreien Parenchyms gelbbraun. Epidermis vor den Fasersträngen braun, ebenso im Übergang zum Mittelnerv. In diesem selbst in den Zellen zwischen Epidermis uud Faserband sowie in deren ersten Schichten brauner Niederschlag.

Die Zellschichten des Grundparenchyms auf der Innenseite des Faserbandes mit gelbbrauner Färbung.

Maximum im Gelenk in den Rändern.

Verteilung von Stärke und Gerbstoff auf dem Längsschnitt: In den Rändern im Übergang von Scheide zum Gelenk sehr viel Stärke im Grundparenchym, hier nur wenig Gerbstoff. Dagegen im Gelenk selbst mit zunehmendem Gerbstoffgehalt auch Zunahme der Stärke, sie nimmt jedoch schneller nach der Spreite hin ab als der Gerbstoff, am meisten Stärke unmittelbar unter der Ligula, also vor dem Auftreten des Gerbstoffmaximums.

In der Mitte: Im Übergang von Scheide zum Gelenk ist wenig Gerbstoff und Stärke. Im Gelenk selbst nimmt die Menge zu. Am meisten Stärke findet sich hier im Übergang vom Rand zur Mitte. Nach der Spreite zu wieder Abnahme des Gerbstoffs und der Stärke.

Konserviert am 18. 6. 1915.

Ein jüngeres Blatt als das vorige, von derselben Pflanze. Diese gerade in voller Blüte und bis zur Spitze des männlichen Blütenstandes 1,20 m hoch. Das Blatt entstanden am 2. gestreckten Internodium. Scheide hellgrün, Gelenk deutlich grünlich gelb abgesetzt. Spreite dunkelgrün und vollkommen gesund, ihre Länge 60 cm, größte Breite 3,8 cm.

Nach dem Konservieren: Scheide und Spreite gelblich grün, bei der Spreite an der Basis bräunliche Färbung. Gelenk deutlich braun.

Anatomie: Keine Verholzung in der Scheide und im Gelenk. In der Spreite Zellen zwischen den großen Bündeln und den oberseitigen Fasersträngen etwas kleiner als das dazwischen liegende Grundparenchym. Dieses aber sowohl in Scheide wie in Spreite vollständig erhalten.

Scheide. Stärke: Blauschwarze Färbung in der Stärkescheide um die Bündel.

Gerbstoff: In einzelnen Zellen der Epidermis der Unterseite schwachbrauner Niederschlag.

Spreite. Stärke: Braunschwarze Färbung in der Stärkescheide um die Bündel, bei den kleinen ringsum, bei den großen nur an den Seiten. Zunahme nach den Rändern.

Gerbstoff: Epidermis der Unter- und Oberseite deutlich gelbbraun, im Mittelnerv wenig Niederschlag in den unverholzten Zellen. Zunahme nach den Rändern.

Gelenk. Stärke: In den Grundparenchymzellen halbkreisförmig vor dem Gefäßteil der Bündel. In der mittleren Region auch im Grundparenchym zwischen den großen Bündeln. Schwaches Maximum im Gelenk. Abnahme nach Scheide und Spreite allmählich.

Gerbstoff: Verteilung wie im vorigen Gelenk, aber weniger. Epidermis, die subepidermalen Schichten, die Kollenchymstränge der Ober- und Unterseite in ihren äußeren Schichten deutlich mit braunem Niederschlag. Die übrigen Zellen des Grundparenchyms und der Kollenchymstränge heller gefärbt. In der mittleren Region Abnahme. Im Grundparenchym kein, in den Rändern dagegen stark gelber Niederschlag.

Entschiedene Anhäufung im Gelenk. Übergang zur Scheide plötzlich bei der Ligula. Übergang zur Spreite allmählich.

Konserviert am 9. 8. 1915.

Das am weitesten entwickelte der untersuchten Blätter. Das dritte Laubblatt, von unten gerechnet, einer 2,75 m hohen Pflanze mit schwachen Fruchtständen. Stark hervortretende grüne Stengelknoten.

Das untersuchte Blatt: Die Mittelregion der Scheide stark gerötet, die Ränder gelblich grün. Ebenso das Gelenk, aber an den Rändern schon abgestorben. Auf der Mitte der Unterseite bräunliche Färbung. Ränder und Spitze der Spreite abgestorben, sonst dunkelgrün, Mittelnerv etwas heller. Länge 1 m, größte Breite 6,6 cm.

Nach dem Konservieren: Scheide, braungelb, Gelenk dunkelbraun. Spreite Mittelnerv braungelb, angrenzend am Gelenk braune Längsstreifen. Mittlere Partie grün, Ränder und Spitze braun.

Anatomie: Scheide: Im Grundparenchym zahlreiche Höhlungen, Bündelscheide stark verholzt.

Spreite: Grundparenchym in der mittleren Region in den inneren Zellschichten verholzt, in den Rändern kleine Höhlungen, Bündelscheide schwach verholzt.

Gelenk: Grundparenchym unverholzt. Nur im Übergang zur Scheide in den Rändern Höhlungen. Bündelscheide unverholzt.

Scheide. Stärke: Fehlt.

Gerbstoff: In den subepidermalen Schichten der Unterseite und in der Zellschicht um die Faserstränge und die Bündel schwacher Niederschlag.

Spreite. Stärke: Fehlt.

Gerbstoff: In den Rändern in den Gelenken der Oberseite und den angrenzenden Schichten des Parenchyms hellbrauner Niederschlag.

Gelenk. Stärke: Wenig in den Zellen des Parenchyms in der Nähe der großen Bündel in den Rändern, fehlt im Mittelnerv.

Gerbstoff. Lupenbild: Wie das schon vorher beschriebene. Entschiedene Annahme gegen das Stadium vom 16. 7. Epidermis, anschließende Parenchymschichten und äußerste Schichten der Kollenchymstränge brauner Niederschlag. Die übrigen Schichten des Assimilationsparenchyms und der Faserstränge hellbraun. Grundparenchym gelbbraun, in der mittleren Region weniger. Abnahme nach Scheide und Spreite allmählich.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: Im jüngsten fertigen Stadium am 18. 6. ist das großzellige Grundparenchym in Scheide und Gelenk

vollständig erhalten, im Gelenk ist es in der mittleren Region innen schwach verholzt. In der Spreite finden wir auch keine Höhlungen, jedoch sind hier die Zellen zwischen den großen Bündeln und den oberseitigen Fasersträngen kleiner. Verholzung finden wir in der Scheide in den unterseitigen Fasersträngen, in der Endodermis, in den Fasersicheln und im Gefäßteil der Bündel, schwächer im oberseitigen Fasergewebe, desgl. in der Spreite. In ihr zeigt das Grundparenchym in der mittleren Region in den inneren Schichten dunklere Färbung. Im Gelenk selbst sind nur die Gefäße der Bündel stärker verholzt.

Im mittleren Stadium am 16. 7., finden sich in Scheide und Spreite im Grundparenchym der Ränder kleine Höhlungen, auch in den Übergängen zur mittleren Region, zwischen den großen Bündeln und den oberseitigen Fasersträngen ist das Parenchym kleinzelliger, in der mittleren Region ist es in beiden schwach verholzt, in der Scheide nur in den drei inneren Schichten. Sonst die Verholzung wie vorher aber stärker. Im Gelenk vollständig erhaltenes Grundparenchym, in der mittleren Region großzellig und verholzt, ist es in den Rändern kleinzellig.

Im ältesten Stadium am 9. 8., sind die Höhlungen von Spreite und Scheide größer geworden, die Verholzung hat zugenommen, besonders in der Spreite in den Fasern. Im Gelenk finden sich in den Übergängen von Scheide und Spreite im Grundparenchym in den Rändern Höhlungen, sonst wie vorher.

2) Chlorophyll: In der Scheide in der Bündelzone im Assimilationsparenchym, am meisten um die kleinen Bündel. In der Spreite dieselbe Verteilung, aber in den Rändern erhebliche Zunahme. Im Gelenk ist es im kollenchymatischen Gewebe der Unterseite, zwischen und in den Bündeln, oberseitig noch in den subepidermalen Schichten, es besitzt aber weniger Chlorophyll als die Scheide, und vor allem als die Spreite.

3) Zucker: In der Scheide im Grundparenchym in den

Bündeln, auch im Assimilationsparenchym, Zunahme nach der mittleren Region, wenig noch im sklerenchymatischen Gewebe und in den hypodermalen Schichten. In der Spreite am meisten im unverholzten Grundparenchym, wenig nur im Assimilationsparenchym der Unterseite. Im Gelenk findet sich am meisten Zucker und zwar unmittelbar über der Ligula, vor allem im mittleren Teil im Grundparenchym in den inneren Schichten, weniger nach außen und nach den Rändern.

4) Stärke. Scheide: Nur im jüngsten Stadium in der Stärkescheide um die Bündel.

Spreite: Im jüngsten und mittleren Stadium in der Stärkescheide um die Bündel, um die großen nur an den Seiten, Zunahme nach den Rändern, wenig in der mittleren Region. Im jüngsten Stadium etwas mehr als im mittleren, im ältesten fehlt sie.

Gelenk: Im jüngsten Stadium findet sich Stärke in den Grundparenchymzellen halbkreisförmig vor dem Gefäßteil der Bündel. In der Mitte auch im Grundparenchym zwischen den großen Bündeln. Im mittleren Stadium außerdem noch in der mittleren Partie auf der Innenseite des Kollenchymbandes. Im Übergang zur Spreite erhebliche Mengen nur in der Stärkescheide um die Bündel. Im ältesten Stadium nur wenig in den Rändern im Parenchym bei den großen Bündeln.

Am meisten Stärke findet sich im mittleren Stadium, hier liegen zwei Maxima und zwar in den Übergängen vom Gelenk nach der Scheide und der Spreite. In den beiden anderen Stadien liegt das Maximum im Gelenk. Im jüngsten Stadium mehr als im ältesten.

5) Gerbstoff: Im normalen Chlorophyllparenchym ist wenig oder gar kein Gerbstoff vorhanden.

Scheide: Im jüngsten Stadium in einzelnen Zellen der Epidermis der Unterseite. Im folgenden in der hypodermalen Schicht der Unterseite und in der Zellschicht um die Faserstränge und Bündel. Derselbe Niederschlag und die gleiche Menge im ältesten Stadium.

Spreite: Im ersten Stadium in Epidermis der Ober- und Unterseite in den Rändern, im Mittelnerv etwas in den Zellen zwischen den kleinen Bündeln. Im zweiten nur in den Rändern und im anstoßenden Teil des Mittelnerven in den Gelenken der Oberseite und den darunter liegenden 2—3 Zellschichten, ebenso im ältesten Stadium, aber etwas weniger.

Am meisten im jüngsten Stadium, Färbung hier deutlich gelbbraun, allmähliche Abnahme bis zum ältesten.

Gelenk: Am meisten findet sich im mittleren Stadium und zwar hier im Gelenk in den Rändern, am wenigsten im jüngsten, ziemlich viel noch im ältesten. Die Verteilung ist die folgende: Intensive Färbung in den Rändern in Epidermis, den hypodermalen Schichten und den Kollenchymsträngen, im Grundparenchym heller. Nach der Mitte zu tritt Abnahme ein. Die Kollenchymstränge sind nur in den äußeren Schichten intensiv braun. Das unverholzte Grundparenchym zwischen den Bündeln und den Fasersträngen erscheint rotbraun gefärbt (dies tritt später bei Saccharum im Übergang von Gelenk zur Scheide besonders charakteristisch hervor). In der mittleren Region weniger Niederschlag.

Vgl. die Tabelle auf den beiden folgenden Seiten.

Saccharum officinarum.

Die untersuchten Blätter wurden Pflanzen entnommen, die in einem Gewächshaus des Botanischen Gartens wuchsen.

Es waren sämtlich hochgewachsene kräftige Triebe mit sehr zahlreichen Blättern, die unteren waren schon stark verwelkt. Die mittleren Blätter standen oft mit ihren Spreiten in einem Winkel von 90 Grad zur Scheide. Die Länge der Spreiten war sehr verschieden, ihre größte Breite betrug im Durchschnitt 4 cm.

Untersucht wurden von den Blättern Scheide, Spreite und Gelenk. Die Scheide wurde immer 3 cm unter, die Spreite 3 cm über dem Gelenk geschnitten.

Zea Mays			18. 6. 1915.		16. 7
			Stärke	Gerbstoff	Stärke
Spreite	Mitte		Sehr viel um die Bündel, bei den großen nur an der Seite — Hier am meisten	In der Epidermis der Ober- und Unterseite — wenig	Nur in der Stärkescheide an den kleinen Bündeln. Abnahme gegen 18. 6.
	Übergang			mehr	
	Rand			am meisten	Sehr viel in der Stärkescheide. An den großen Bündeln nur wenig
Gelenk	Mitte		Im Grundparenchym halbkreisförmig vor dem Gefäßteil der Bündel, ferner zwischen den großen Bündeln	kein Niederschlag im Grundparenchym sonst wie in Rand u. Übergang	Sehr viel Maxima in den Übergängen nach Scheide und Spreite — Nur wenig in der Zellschicht vor den großen Bündeln — Nach der Spreite zu hier nur geringe Färbung
	Übergang		Nur im Grundparenchym vor dem Gefäßteil der Bündel	Im Gelenk Maximum sehr viel, am meisten in den Rändern — In Epidermis, den subepidermalen Schichten, in den Kollenchymsträngen und im Grundparenchym	Hier auch wenig unter dem Faserband
	Rand				Sehr viel im Grundparenchym vor den Bündeln besond. den großen — Mehr als am 18. 6.
Scheide	Mitte		Sehr viel in der Stärkescheide um die Bündel	Wenig in der Epidermis der Unterseite	—
	Übergang				—
	Rand				—

1915.		9. 8. 1915.	
Gerbstoff		Stärke	Gerbstoff
Nur beim Übergang wenig	Abnahme gegen 18. 6.	—	Wie am 16. 7. Aber starke Abnahme
nur wenig		—	
Viel in den Gelenkzellen u. angrenzend. farblos. Parenchym		—	—
Verteilung wie am 18. 6., aber erhebliche Zunahme. Im Grundparenchym in der mittleren Partie weniger als in den äußeren Geweben		—	Wie am 16. 7., aber erhebliche Abnahme, besonders in der mittleren Partie
		Abnahme gegen 16. 7. Wenig im Parenchym in der Nähe der großen Bündel	
In der hypodermalen Schicht der Unterseite, um die Faserstränge und Bündel in einer Zellschicht schwacher Niederschlag. Abnahme gegen 18. 6.		—	Wie am 16. 7.
		—	
		—	

Anatomie.

Nach dem konservierten Material vom 14. 6. 1915. Sie war dem Blatte von Zea Mays sehr ähnlich.

Blatt eines ziemlich langen Halmes. Gelenk durch seine weiße Färbung deutlich hervortretend. Scheide hellgrün, Spreite dunkler mit weißem Mittelnerv auf der Oberseite. Länge der Spreite 1,60 m, größte Breite 3 cm.

Scheide: Die Bündel sind normal gebaut. Es gibt drei verschiedene Größen. Die größten haben stets zwei große Gefäße. Zwischen den Bündeln und der Epidermis der Unterseite liegen die kleinsten Bündel. Sonst wechseln die großen und die kleinen Bündel miteinander ab. Die Ausbildung des Fasergewebes wie bei Zea: Fasersicheln auf der Innenseite der Bündel, bei den großen auch nach außen. Sklerenchymstränge stets zwischen unterseitiger Epidermis und den Bündeln, den großen Bündeln gegenüber subepidermal auf der Oberseite schwach ausgebildete Faserstränge. Zwischen beiden sind die Grundparenchymzellen kleiner und stärker verdickt. Die übrigen Zellen viel größer und im Absterben begriffen. In den Randpartien sind hier schon einzelne Höhlungen entstanden. Das Parenchym hypodermal und um die Bündel ist kleinzelliger und dickwandiger. Die Epidermis der Unterseite besitzt stark verdickte und verholzte Membranen. Die Membranen der Sklerenchymfasern sind gelb gefärbt. Im jüngeren Stadium ist das Fasergewebe noch nicht so stark verdickt, das Grundparenchym noch erhalten. Im älteren ist die Verholzung viel weiter fortschritten. Das Grundparenchym zwischen den Bündeln und Faserströngen tritt deutlicher hervor, das übrige in den Randpartien weist stärkere Höhlungen auf. Die Bündelscheiden bestehen aus dickwandigen und verholzten Zellen.

Spreite: Der Mittelnerv ist stark ausgebildet. Bündelverteilung dieselbe wie in der Scheide, aber es sind mehr vorhanden. Die Sklerenchymfasern stark ausgebildet. Im

Übergang von der Spreite zum Mittelnerv sind die Faserstränge der Oberseite breit ausgezogen und stehen mit dem Faserband in Verbindung. Im Mittelnerv subepidermal auf der Oberseite schmales Sklerenchymband. Hier ist auch das großzellige Grundparenchym in den Rändern kleinzelliger. In diesen den großen Bündeln gegenüber gut ausgebildete Faserstränge, vor den großen Bündeln auf der Außenseite Fasersicheln, diese auf der Innenseite nur schwach ausgebildet. Ebenso Bündelscheide nur schwach verdickt, auch die Bündel. Die Zellen zwischen den großen Bündeln und den Faserströngen der Oberseite haben verdickte Membranen und sind kleiner als das übrige Grundparenchym. Das chlorophyllhaltige Gewebe ist ziemlich kleinzellig und besitzt nur schwach verdickte Membranen. Im jüngeren Stadium ist alles noch nicht so weit entwickelt, vor allem nicht das Fasergewebe, im älteren dagegen bedeutend weiter fortgeschritten.

Gelenk: Im äußeren Bau zeigt es wie Zea in der Längsrichtung etwa die Form einer bikonkaven Linse, da es im Mittelnerv 0,2 cm und in den Rändern 2,1 cm lang ist. Am dicksten ist es im Mittelnerv, es wird nach den Rändern zu allmählich schmaler. Gegen Scheide und Spreite ist es angeschwollen. Im Gegensatz zu beiden tritt im Gelenk ebenso wie bei Zea eine Veränderung des sklerenchymatischen Gewebes ein, es wird kollenchymatisch und erfährt auch eine starke Vergrößerung. In den Übergängen nach Scheide und Spreite erscheint es verholzt. Die Bündel sind mehr ins Grundparenchym gerückt. Subepidermal findet sich in der mittleren Region auf der Oberseite ein gut ausgebildetes Kollenchymband. In den randlichen Teilen, den großen Bündeln gegenüber, liegen Kollenchymstränge. Das Assimilationsparenchym ist englumig, in der mittleren Region beginnt es zwischen den Fasersträngen hypodermal kollenchymatisch zu werden. Das Grundparenchym in der mittleren Region großzellig, in den randlichen Teilen kleinzellig, besitzt zahlreiche Interzellularen. Die Zellen sind erheblich kürzer

als in Scheide und Spreite, der Übergang geschieht allmählich. Ihre Länge im Gelenk etwa die Hälfte der in der Scheide. Länge und Breite verhalten sich etwa wie 2 : 1.

Das jüngere Stadium zeigt keine wesentlichen Abweichungen, mit Ausnahme des noch nicht so stark entwickelten Kollenchyms. Ebenso nicht das ältere, hier ist das Kollenchym in der mittleren Region etwas verholzt.

Verholzung: 1) Scheide 16. 7. Starke Rotfärbung in den Fasersträngen der Unterseite, den Fasersicheln und der Endodermis der Bündel, sowie in deren Gefäßteilen. Faserstränge der Oberseite orangefarbig. Grundparenchym zwischen Bündeln und oberseitigen Fasersträngen nur in unmittelbarer Nähe der ersteren schwach rot, sonst dunkelbraun-gelb, in den Rändern orangefarbig.

14. 6. Faserstränge der Oberseite auch rot in der mittleren Region und im Übergang zu den Rändern. Grundparenchym zwischen Bündeln und oberseitigen Fasersträngen rot, und Mitte schwächer, hier Membranen z. T. auch nur braungelb.

9. 8. wie vorher.

2) Spreite: 16. 7. Sehr starke Verholzung im Fasergewebe der Unterseite, in der Endodermis und dem Gefäßteil der Bündel. Oberseitiges Faserband rot. Fasern in der Oberseite der Spreite rot bis orange. Grundparenchym im Mittelnerv in den inneren Zellschichten schwach rot.

14. 6. Stärkere Verholzung im Fasergewebe, auch in den Spreiten in den oberseitigen Fasersträngen. Grundparenchym hier zwischen den Bündeln und den Fasern der Oberseite schwach rot gefärbt. Mittlere Region wie vorher.

9. 8. wie vorher. Kleinzelliges Grundparenchym stärker verholzt in den Rändern.

3) Gelenk: 16. 7. Verholzung und Färbung wie in der Scheide im Übergang von dieser zum Gelenk. Außerdem noch oberseitiges Fasergewebe intensiv rot. Hier Faserstränge und Faserband 1—2 Zellschichten von der Epidermis entfernt.

Im Gelenk in den Rändern nur Endodermis und Bündel verholzt, in der mittleren Region auch die Faserstränge der Unterseite und die hypodermalen Schichten zwischen ihnen. Gefäßteil der Bündel in den Rändern ziemlich stark verholzt, in der mittleren Region weniger, hier hauptsächlich die Spiralgefäße. Im Übergang zur Spreite Faserband an den Enden nicht verholzt, in den Rändern Fasersicheln bei den Bündeln rot gefärbt. Gefäße in den Rändern nicht so stark verholzt, etwas mehr die großen Bündel in der mittleren Region, hier jedoch sehr stark die kleinen Bündel.

14. 6. Auch Grundparenchym im Übergang von der Scheide im Begriff sich zu verholzen, in den Rändern stärker zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen, Membranen z. T. schwach gerötet. Im Übergang zur Spreite Faserband ganz verholzt. Grundparenchym unter ihm und im Übergang von der Mitte zum Rand dunkler gefärbt. Sonst wie im vorigen Stadium.

9. 8. Im Übergang von der Scheide Grundparenchym stärker gerötet, in der mittleren Region nicht so intensiv. Im Übergang vom Mittelnerven nach der Spreite Grundparenchym drei Schichten unter dem Faserband, und zwei und mehr Schichten vor den Primärbündeln ziemlich stark gerötet in einer sich bis zum zweiten Primärbündel rechts und links vom mittleren sich erstreckenden Zone, sonst überall die Verholzung etwas stärker wie am 14. 6.

Frischuntersuchung auf Chlorophyll und Stärke am 16. 7. 1915.

Blatt eines gut belichteten jüngeren Triebes. Gelenk hellgrün, Scheide grün, Spreite dunkler und oben abgestorben. Länge der Spreite 1,70 m, größte Breite 4 cm.

Scheide. Chlorophyll: Im Assimilationsparenchym der Unterseite, besonders stark um die kleinen Bündel und zwischen ihnen. Wenig auch am Siebteil der großen Bündel. In der mittleren Region weniger als in den Rändern.

Stärke: Fehlt.

Spreite. Chlorophyll: Verteilung wie in der Scheide. Zunahme erheblich in den randlichen Teilen, hier auch im verdickten Grundparenchym. Etwas neben den Fasersträngen der Oberseite in den Rändern.

Stärke: Fehlt.

Gelenk. Chlorophyll: Wenig um die Bündel, in den subepidermalen Schichten, mehr auf der Oberseite. Zunahme der Menge nach den Seiten hin, hier auch im Grundparenchym.

Stärke: Auf der Innenseite, bei den großen auch an den Seiten, vor ihnen auf der Innenseite mehrschichtig. Im oberen Teil auch in den zwei bis drei Zellschichten unter der Innenseite des Kollenchymbandes und der Kollenchymstränge. In den Übergängen nach den Rändern auch zwischen ihnen und den oberseitigen Fasersträngen, zum Teil auch in den Fasern.

Auf reduzierenden Zucker wurde nicht näher untersucht, da Fehlingsche Lösung nur geringe Spuren nachwies.

Untersuchung des konservierten Materials.

Konserviert am 14. 6. 1915.

Das mittlere Stadium in der Entwicklung der drei untersuchten Blätter.

Morphologie s. S. 26.

Nach dem Konservieren: Scheide dunkelgrün, nach dem Gelenk zu dunkler werdend, mittlere Region an dieser Stelle braun. Gelenk Mitte hell, Seiten dunkelbraun. Spreite Mittelnerv Oberseite hellbraun, Unterseite grün, Rand grün.

Scheide. Stärke: In der Stärkescheide um die Bündel und Faserstränge blauschwarze Färbung, an den großen wenig. Nach den Rändern Zunahme.

Gerbstoff. Lupenbild: In den mittleren Partien nur schwache Braunfärbung. Im Übergang zu den Rändern am

meisten und zwar in den zwischen den großen Bündeln und den Fasersträngen liegenden verdickten Grundparenchymzellen gelbbrauner Niederschlag, im absterbenden Grundparenchym kein Gerbstoff. In den Rändern Verschwinden des Niederschlages. Im Längsschnitt wo Grundparenchym des Übergangs getroffen, gleichmäßig gelbbrauner Niederschlag, in den anderen Längsschnitten kein Gerbstoff im Grundparenchym.

Mit stärkerer Vergrößerung: In den mittleren Partien wenig gelbbrauner Niederschlag in den den Bündeln vorgelagerter nicht chlorophyllhaltigen 2—3 Zellschichten des verdickten Grundparenchyms. Im Übergang zu den Rändern Zunahme der Menge in den Zellen des Grundparenchyms zwischen den großen Bündeln und den Fasersträngen, Niederschlag intensiv gelbbraun. Im großzelligen Parenchym dazwischen gar kein Niederschlag. In den Rändern Abnahme und bald hier gar kein Niederschlag mehr. Epidermis der Oberseite schwach brauner Niederschlag, Unterseite dunkler.

Spreite. Stärke: Nur in den randlichen Teilen in den Parenchymzellen an den Seiten der Bündel.

Gerbstoff: In zahlreichen Zellen des Grundparenchyms in der Nähe der großen Bündel gelblich brauner Niederschlag. Auch im Übergang vom Mittelnerv nach den Rändern in den Parenchymzellen vor den großen Bündeln wie in der Scheide. Im Übergang vom Mittelnerv zum Rand subepidermal auf der Unterseite in zwei Zellschichten und in der zweiten nicht chlorophyllhaltigen Schicht um die kleinen Bündel gelbbraune Färbung. Nach den Rändern hin subepidermale Zellen neben den Fasersträngen der Oberseite gelblich braun gefärbt.

Gelenk. Stärke: Verteilung wie in den vorher beschriebenen frisch untersuchten Blatt. Maximum über der Ligula. Abnahme nach der Scheide hin und auch im Übergang nach der Spreite.

Gerbstoff. Lupenbild: Auf dem Querschnitt wenig Niederschlag, in der Bündelnähe in der mittleren Region, die die mittleren 4—5 primären Bündel umfaßt, nach den Rändern

Zunahme der Menge und zwar sehr viel im Grundparenchym, hell- bis dunkelbrauner Niederschlag. Im Übergang zur Scheide Gerbstoffniederschlag vor allem in den verdickten Zellen des Grundparenchyms, in den später absterbenden kein Gerbstoff. Unterschied im Übergang zur Spreite nicht so stark hervortretend, hier eine gleichmäßige hellbraune Färbung. Bei den Längsschnitten Maximum in der mittleren Region und zwar unmittelbar unter der Ansatzstelle der Ligula.

Mit stärkerer Vergrößerung: In den Rändern in der Epidermis hellbrauner Niederschlag. Die subepidermalen Zellen tief braun gefärbt, ebenso die Zellschicht um die Kollenchymstränge und auf den Bündeln. Meist körniger Niederschlag. In den äußersten Rändern Grundparenchym dunkelbraune Färbung, aber schnell abnehmend und nicht in den inneren Teilen der Ränder. Im Übergang zum mittleren Teil des Gelenks auf der Oberseite der Niederschlag gleich stark. Auf der Unterseite entschiedene Abnahme. Die hypodermalen Schichten hell- bis rotbraun, die darauf folgenden gelbbraun gefärbt. Im Übergang im Grundparenchym Gerbstoff in den inneren Zellen zwischen den Bündeln, und um die Kollenchymstränge, jedoch nicht in der unmittelbar angrenzenden chlorophyllhaltigen Schicht, hellbraun gefärbt. Im Grundparenchym die an das Faserband angrenzende Schicht gerbstoffrei. In den folgenden Schichten hellbrauner Niederschlag. Die inneren Teile des Grundparenchyms hellbraun marmoriert, da nur einzelne Zellen Gerbstoff führen. Das Parenchym zwischen den großen Bündeln mit Ausnahme der chlorophyllhaltigen Zellen gelbbraun gefärbt. Das subepidermale Chlorophyllparenchym gerbstoffrei. Epidermis der Unterseite braun. Verteilung des Gerbstoffs im Übergang zur Scheide: In den Rändern Epidermis der Oberseite gerbstoffrei, die der Unterseite braun. Typisch im Grundparenchym in den verdickten Zellen vor den Bündeln, ausgenommen die chlorophyllhaltige Schicht, intensiv gelbbrauner Niederschlag. Das übrige Grundparenchym ohne Gerbstoff. Nach den äußeren Teilen der

Ränder wieder Abnahme der Menge. Im Übergang vom Rand zum Mittelteil erhebliche Zunahme. In der mittleren Partie Epidermis der Oberseite schwachbraun, die der Unterseite dunkelbraun. Das Grundparenchym in der Nähe der großen Bündel und zwischen ihnen mit Ausnahme der chlorophyllhaltigen Schichten dunkelgelbbraun gefärbt. Das subepidermale unverholzte Parenchym schwach gelbbraun. Im Grundparenchym in den Zellen auf der Innenseite des Faserbandes hellbrauner Niederschlag, jedoch nicht in der angrenzenden Schicht. Das innere Grundparenchym gerbstoffrei. Abnahme der Menge sehr schnell. Im Übergang zur Spreite Verteilung des Gerbstoffs ähnlich wie im Gelenk. Im Grundparenchym ein mehr ausgeglichener hellbrauner Niederschlag.

Längsschnitt: Im Übergang vom Gelenk zur Scheide in den Rändern allmählich Zunahme, früher im Grundparenchym als außen, in der mittleren Partie Zunahme unter der Ligula, im Grundparenchym und den äußeren Schichten der Oberseite, in denen der Unterseite geringe Zunahme.

Im Übergang zur Spreite in den Rändern im Grundparenchym schnelle Abnahme bis zum Verschwinden des Niederschlages, in Epidermis und den hypodermalen Schichten allmählich. Im Mittelnerv allmähliche Abnahme in den äußeren Schichten der Oberseite, sehr plötzlich auf der Unterseite, im Grundparenchym langsame Abnahme, dann aber wieder geringe Zunahme.

Im Gelenk Maximum in den Rändern, in der mittleren Region weniger vorhanden. Das absolute Maximum aber im Übergang zur Scheide und zwar in der mittleren Region unmittelbar unter der Ansatzstelle der Ligula.

Konserviert am 16. 7. 1915.

Das jüngste der untersuchten Blätter. An der Spitze stark verwelkt, Scheide dunkelgrün, mittlere Region heller. Gelenk deutlich hellgrün abgesetzt. Spreite hellgrün mit weißem Mittelnerv, an den Seiten ebenso wie das Gelenk

etwas abgestorben und braun. Länge der Spreite 1,70 m, größte Breite 1,5 cm.

Nach dem Konservieren: Scheide grün, in Gelenknähe braun werdend, Gelenk hellbraun. Spreite Übergang bräunlich grün, Mittelnerv ebenso, randliche Partien weiter nach oben grün.

Scheide. Anatomie: Grundparenchym vollständig erhalten, zwischen den großen Bündeln und den schwach ausgebildeten oberseitigen Fasersträngen kleinzelliger, schwach verdickt, aber unverholzt. Bündelscheide schwach verdickt.

Stärke: Wenig nur in der Stärkescheide um die Bündel.

Gerbstoff: In den nichtchlorophyllhaltigen Zellen des Parenchyms um die großen Bündel und die Sklerenchymstränge schwach brauner Niederschlag. In den verdickten Zellen des Grundparenchyms vor den Bündeln in den Rändern gelber Niederschlag.

Spreite. Anatomie: Parenchym zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen etwas kleinzelliger, in den Rändern stärker hervortretend und schwach verdickt. Im Mittelnerv die inneren Schichten schwach verholzt.

Stärke: Nur in den Stärkescheiden um die Bündel, im Mittelnerv nur um die kleinen, Zunahme nach den Rändern.

Gerbstoff: Im Parenchym zwischen den großen und kleinen Bündeln gelbbrauner Niederschlag, im Übergang zum Rand auch im verdickten Grundparenchym vor den Bündeln, in den Rändern stärker. Ferner in den Gelenkzellen der Oberseite neben den Fasersträngen.

In diesem Stadium mehr als in den vorher beschriebenen.

Gelenk. Anatomie: Grundparenchym kleinzelliger, in der mittleren Region kleinzelliger und unverholzt. In den Übergängen nach unten und oben Verhältnisse wie in Scheide und Spreite.

Stärke: In der Zellschicht auf der Innenseite der Bündel. Ganz um die großen Bündel der mittleren Region, nach den

Seiten hin Abnahme. Deutliches Maximum über der Ligula gegenüber Scheide und Spreite.

Gerbstoff: Verteilung dieselbe wie im vorher beschriebenen Gelenk, aber Menge bedeutend geringer. Epidermis der Unterseite und subepidermale 8chichten braun. Im Parenchym zwischen den Bündeln hellbrauner Niederschlag, gleichfalls in zahlreichen Zellen des Grundparenchyms. Brauner Niederschlag noch in der Epidermis der Oberseite. Zunahme nach den Rändern. Auch körniger Gerbstoff hier ausgefällt. Im unteren Teil des Gelenks mehr Gerbstoff, bei der Ligula auf der Oberseite ein Gerbstoffherd. Bündel und Parenchym hier tiefbraun gefärbt. Abnahme nach der Spreite hin sehr plötzlich.

Konserviert am 9. 8. 1915.

Untersucht ein Blatt eines stark belichteten älteren Triebes. Scheide und Spreite grün. Mittelnerv der letzteren auf der Oberseite weiß, Spitze stark verwelkt. Gelenk weiß, an den Rändern abgestorben. Länge der Spreite 1,50 m, größte Breite 4,6 cm.

Nach dem Konservieren: Scheide grün, mittlere Region mehr braun, nach dem Gelenk hin zunehmend an Intensität. Gelenk, Oberseite und seitliche Partien tiefbraun, Unterseite in der mittleren Region heller. Spreite unten zuerst bräunlich, dann heller.

Scheide. Anatomie: Im Grundparenchym in den Rändern starke Höhlungen. Zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen kleinzellig und verholzt, in der mittleren Region großzellig und schwach verholzt; Bündelscheide und Faserstränge verholzt.

Stärke: Fehlt.

Gerbstoff: Hypodermale Schicht der Unterseite stark braun gefärbt, die verdickten Grundparenchymzellen in Bündelnähe hellbraun, mit der Entfernung schwächer werdend. Im Mittelnerv wenig Niederschlag.

Spreite. Anatomie: In den Rändern keine Höhlungen im Grundparenchym. Im Mittelnerv Grundparenchym stark verholzt, ebenso Parenchym zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen, desgl. Bündelscheide und Fasersicheln. In den Bündeln schwache Verholzung.

Stärke: Fehlt.

Gerbstoff: Im Mittelnerv kein Gerbstoff, im Übergang nach den Rändern in den Zellen des Parenchyms zwischen den großen Bündeln hellbrauner Niederschlag, ziemlich viel im Übergang auch um die großen Bündel. Ränder gerbstoffrei.

Gelenk. Anatomie: Innere Schichten des Grundparenchyms in der mittleren Region schwach verholzt.

Stärke: In der Zellschicht auf der Innenseite der großen Bündel. In der mittleren Region auch wenig vor den mittleren Bündeln, dann in der Zellschicht unter der Innenseite des Faserbandes der Oberseite. Im Übergang nach den Rändern auch in den Zellen des Grundparenchyms zwischen den Bündeln und den Fasersträngen. Abnahme nach den Rändern.

Maximum im Gelenk, etwas weniger als im Stadium vom 14. 6. 1915.

Gerbstoff: Verteilung dieselbe wie im zuerst beschriebenen Stadium. Nur hier häufig in körniger Form ausgefallen, so besonders in der mittleren Region zwischen den großen Bündeln und im Übergang zur Scheide im verdickten Grundparenchym. In der mittleren Region im Grundparenchym unter der Innenseite des Kollenchymbandes kein Gerbstoff. Ebenso nicht in den hypodermalen Schichten der Unterseite. Epidermis mit den folgenden Schichten deutlich dunkelbraun, Oberseite intensiver, nach der Mitte hin abnehmend. In den Rändern das übrige Parenchym in Bündelnähe dunkel-, sonst hellbraun. Zwischen den Bündeln in der mittleren Region Parenchym hellbraun, auch mit dunkleren Körnern. Im Grundparenchym Niederschlag gelbbraun.

Im subepidermalen Assimilationsparenchym zwischen den Fasersträngen kaum Niederschlag.

Maximum im unteren Teil des Gelenks, Übergang nach der Spreite sehr schroff. Die Menge des Gerbstoff im Gelenk hat gegen das Stadium vom 14. 6. abgenommen, ist aber erheblich größer als die vom 16. 7.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: Saccharum ähnelt im anatomischen Bau sehr stark Zea Mays. Nur liegen noch kleine Bündel zwischen der unterseitigen Epidermis und den großen Bündeln. Die Ausbildung des Fasergewebes ist die gleiche. Der Unterschied im Grundparenchym tritt hier etwas stärker hervor, die Zellen zwischen den großen Bündeln und den oberseitigen Fasersträngen sind auch kleiner und stärker verdickt in Scheide und Spreite. Das dazwischen liegende Grundparenchym ist großzelliger und weist größere Höhlungen auf. Sonst ist über die Ausbildung noch folgendes zu bemerken:

a) Scheide: Im jüngsten Stadium Grundparenchym vollständig erhalten, zwischen den großen Bündeln und den oberseitig schwach ausgebildeten Fasersträngen ist es kleinzelliger, in Nähe der ersteren ziemlich stark verholzt, sonst dunkel gefärbt. In den Rändern nimmt die Verholzung zu. Eine sehr starke Verholzung weisen auf die Faserstränge der Unterseite, die Fasersicheln, die Endodermis und der Gefäßteil der Bündel, schwächer die Faserstränge der Oberseite. Im folgenden Stadium nimmt die Verholzung zu im Fasergewebe der Oberseite in der mittleren Region, ebenso im kleinzelligen Grundparenchym. In der Mitte ist es dunkler gefärbt. Kleine Höhlungen im Grundparenchym, die im ältesten Stadium größer werden. Das kleinzellige Grundparenchym verholzt mehr und mehr.

b) Spreite: Unterschied zwischen kleinzelligem und großzelligem Grundparenchym noch stärker als in der Scheide. Im Mittelnerv ist das Grundparenchym in den inneren Zell-

schichten schwach verholzt. Sonst die gleiche Verholzung wie in der Scheide, jedoch im oberseitigen Fasergewebe auch sehr stark, besonders im Faserband.

Im folgenden Stadium zeigt auch das kleinzellige Grundparenchym in den Rändern eine ziemlich starke Verholzung. Schwach verdickt ist das großzellige Grundparenchym.

Das letzte Stadium weist keine erheblichen Unterschiede auf, nur ist die Verholzung des Grundparenchyms in den Rändern weiter fortgeschritten.

c) Gelenk: Im jüngsten Stadium in der mittleren Region großzelliges, in den Rändern kleinzelliges Grundparenchym, alles unverholzt. Verholzung zeigen nur die Gefäße der Bündel. In den Übergängen nach unten und oben liegen die Verhältnisse wie in Scheide und Spreite, nur nach der Scheide hin ist das oberseitige Fasergewebe auch verholzt.

Im Laufe der Entwicklung tritt in den Übergängen eine stärkere Verholzung ein, auch schwach im Grundparenchym. Diese nimmt erheblich zu im letzten Stadium.

2) Chlorophyll: In der Scheide wie bei Zea, ebenso auch in der Spreite. Hier außerdem noch in den Rändern im verdickten Grundparenchym und etwas neben den Fasersträngen der Oberseite.

Im Gelenk um die Bündel in den subepidermalen Schichten, mehr auf der Oberseite. In den Rändern nimmt die Menge zu, hier auch im Grundparenchym.

3) Reduzierender Zucker: Nicht näher untersucht, da nur wenig vorhanden.

4) Stärke: a) Scheide im jüngsten Stadium wie bei Zea, im ältesten fehlt sie bei beiden Objekten. Im mittleren Stadium in der Stärkescheide um Bündel und Faserstränge, an den großen Bündeln nur wenig. Die Menge nimmt nach den Rändern zu, hier auch am meisten.

b) Spreite: Im jüngsten Stadium wie bei Zea, im ältesten fehlt sie bei beiden Objekten. Im mittleren Stadium

nur an den Seiten der Bündel in den Rändern. Am meisten im jüngsten Stadium.

c) Gelenk: Im jüngsten Stadium in der Zellschicht auf der Innerseite der Bündel, in der mittleren in der Region rings um die großen Bündel, in den Rändern weniger. Das Maximum über der Ligula.

Im mittleren Stadium sind es mehr Zellschichten. Außerdem noch in der mittleren Region auf der Innenseite des Kollenchymbandes und der Kollenchymstränge. In den Übergängen nach den Rändern auch im kleinzelligen Grundparenchym, wenig in den Fasern. Maximum wie vorher. Dieselbe Verteilung wie im letzten Stadium, aber die Menge ist geringer.

Das Maximum liegt also im mittleren Stadium.

5) Gerbstoff: Zu bemerken ist, daß er sich nie im chlorophyllhaltigen Parenchym findet, vor allem nicht in der Zellschicht des verdickten Grundparenchyms unmittelbar vor den Bündeln.

a) Scheide: Im jüngsten Stadium im farblosen Parenchym um die großen Bündel und die Sklerenchymstränge, auch in den Rändern im verdickten Grundparenchym vor den Bündeln.

Im mittleren Stadium in der mittleren Region wenig, in 2—3 Zellschichten des verdickten Grundparenchyms vor den Bündeln. Nach den Rändern Zunahme, in den Rändern selbst wieder weniger, außen nur in Epidermis, Oberseite weniger.

Im ältesten Stadium findet sich der Gerbstoff in der hypodermalen Schicht der Unterseite, und im verdickten Grundparenchym in der Bündelnähe. Am meisten im Übergang vom Rand zur Mitte.

Maximum im mittleren, Minimum im jüngsten Stadium.

b) Spreite: Im jüngsten Stadium im Parenchym zwischen den großen und kleinen Bündeln, im Übergang von Spreite zum Mittelnerv auch im kleinzelligen Grundparenchym. Zunahme in den Rändern, hier auch in den Gelenken der

Oberseite. Im folgenden Stadium finden wir Gerbstoff in zahlreichen Zellen des Grundparenchyms in der Nähe der großen Bündel. Im Übergang zur Spreite wie in der Scheide. In der Spreite wie in den subepidermalen Zellen der oberseitigen Faserstränge.

Im letzten Stadium tritt kein Gerbstoff im Mittelnerv auf. Desgleichen nicht in den Rändern. In den Übergängen vom Mittelnerv zur Spreite im Parenchym zwischen den großen Bündeln und um die großen Bündel Gerbstoffniederschlag.

Am meisten Gerbstoff im jüngsten Stadium, und zwar im Übergang von Spreite nach dem Mittelnerven. Das Minimum findet man im ältesten Stadium.

c) Gelenk: Im jüngsten Stadium in Epidermis und den subepidermalen Schichten der Unterseite, im Parenchym zwischen den Bündeln und in zahlreichen Zellen des Grundparenchyms Gerbstoffniederschlag. Auch noch in der Epidermis der Oberseite. Zunahme der Menge nach den Rändern. Am meisten Gerbstoff im unteren Teil des Gelenks. Die Abnahme gegen die Scheide tritt auf der Oberseite schneller ein als auf der Unterseite.

Dieselbe Verteilung finden wir im mittleren Stadium. In den Rändern in der Epidermis, mehr in den subepidermalen Schichten, in der Zellschicht um die Kollenchymstränge und auf den Bündeln. In den äußersten Rändern sehr viel Gerbstoff im Grundparenchym, in den inneren Teilen nur wenig. Im Übergang zur mittleren Partie auf der Oberseite gleich, Unterseite Abnahme. Im Grundparenchym in den farblosen kleinen Zellen und in den inneren Teilen in der mittleren Region Gerbstoffniederschlag. Maximum im Gelenk in der mittleren Region unter der Ansatzstelle der Ligula. Typisch ist die auffällige Braunfärbung des kleinzelligen Grundparenchyms.

Im ältesten Stadium finden wir die gleiche Verteilung, aber eine erhebliche Abnahme. Das Maximum liegt im unteren Teil des Gelenks. Am meisten Gerbstoff finden wir im mittleren Stadium, am wenigsten im jüngsten.

Vgl. die Tabelle auf den nächstfolgenden Seiten.

Imperata sacchariflora.

Die untersuchten Exemplare wuchsen sämtlich auf einem gut gedüngten Beete des Botanischen Gartens.

Die Pflanzen waren alle sehr kräftig. Die Stengelknoten traten deutlich hervor, die Internodien wurden im Laufe der Entwicklung fest und unbiegsam. Die Blattscheiden waren mit derben Haaren besetzt. Die Gelenke hoben sich durch hellere Färbung von Scheide und Spreite ab, die Spreiten waren intensiv dunkelgrün mit hellerem Mittelnerv, der sich im Alter schwach zu röten begann. Die unteren Blätter verwelkten früh und fielen ab. Zuerst begannen die Spreiten an der Spitze zu verwelken.

Anatomie.

Untersucht ein am 2. 7. 1915 konserviertes Blatt. Es zeigte das mittlere Stadium an.

Halm 1,03 m hoch, erstes Blatt verwelkt. Halmgelenke schwach gerötet, ebenso die Blattgelenke an den Seiten. Drei Halmgelenke vorhanden. Internodien unbiegsam, Scheiden grün, Spreiten dunkler, mit hellerem Mittelnerv, Gelenke deutlich gelbgrün abgesetzt. Sechs Blätter entwickelt. Länge der Spreiten: 19, 25, 38, 44, 45, 42 cm, größte Breite 1,4 cm.

Scheide: Die allgemeinen Bauverhältnisse sind denen von Zea Mays sehr ähnlich. Es gibt zwei Größen von Bündeln, die miteinander abwechseln. Die Bündelscheide ist verholzt. Das Assimilationsparenchym erscheint ziemlich kleinzellig und dickwandig. Das Grundparenchym weist zahlreiche Höhlungen auf, die erhaltenen Zellen zwischen den Bündeln und den Fasersträngen besitzen verdickte Membranen, die Sklerenchymstränge und die Fasersicheln sehr weit entwickelt. Die Anordnung der Fasersträngе dieselbe wie bei Zea.

Spreite: Äußerlich ist zu bemerken, daß der Mittelnerv schmaler und dicker und schärfer von der Spreite abgesetzt erscheint als bei Zea und Saccharum, ebenso ist das Grund-

Saccharum officinarum			16. 7. 1915.		14. 6
			Stärke	Gerbstoff	Stärke
Spreite	Mitte		Hier nur um die kleinen Bündel.	Nur im Parenchym zwischen den Bündeln	—
	Übergang		In der Zellschicht auf der Innenseite der Bündel	Im Parenchym zwischen den Bündeln und im verdickten Grundparenchym	—
	Rand		In der Zellschicht auf der Innenseite der Bündel, Hier am meisten	Am meisten. In den Gelenkzellen	Abnahme gegen 16. 7. Nur an den Seiten der Bündel
Gelenk	Mitte		Sehr viel, im Gelenk am meisten. Maximum über der Ligula. In der Zellschicht auf der Innenseite der Bündel, um die großen ganz	Sehr viel, Maximum im unteren Teil d. Gelenks. Zunahme nach den Rändern. In Epidermis der Unterseite, in den subepidermalen Schichten, weniger zwischen den Bündeln und in einzelnen Zellen des Grundparenchyms. Sehr viel in Epidermis der Oberseite	Sehr viel. Zwei Maxima in den Übergängen nach Scheide und Spreite. Zunahme gegen 16. 7. Auf Innenseite der Bündel, bei den großen auch an den Seiten. Im oberen Teil auch in 2—3 Schichten unter dem Faserband
	Übergang		In der Zellschicht auf der Innenseite der Bündel		Hier auch zwischen den Bündeln und den oberseitigen Fasersträngen
	Rand		Hier am meisten		Auf Innenseite der Bündel, bei den großen auch an den Seiten
Scheide	Mitte		Wenig in der Stärkescheide um die Bündel	In den farblosen Zellen des Parenchyms um die Bündel und Sklerenchymstränge nicht sehr viel	Sehr viel in der Stärkescheide um die Bündel und Faserstränge. Bei den großen Bündeln wenig. Zunahme gegen 16. 7.
	Übergang				
	Rand			Wenig hier noch im kleinzelligen Grundparenchym vor den Bündeln	Hier am meisten

915.	9. 8. 1915.	
Gerbstoff	Stärke	Gerbstoff
	—	Abnahme gegen 14. 6. —
Wie in der Scheide s. u. Abnahme gegen 16. 7.	—	Abnahme gegen 14. 6. Ziemlich viel im Parenchym zwischen den großen Bündeln
Einige Mengen in den subepidermalen Zellen neben den Fasersträngen der Oberseite	—	Abnahme gegen 14. 6. —
Erheblich mehr als am 16. 7., Verteilung dieselbe, Maximum unmittelbar unter der Ligula	Abnahme gegen 14. 6. In der Zellschicht auf der Innenseite der großen und mittleren Bündel, sowie unter der Innenseite des Faserbandes	Erheblich weniger als am 14. 6., aber gleiche Verteilung. Erheblich mehr als am 16. 7. Maximum im unteren Teil des Gelenks
	Abnahme gegen 14. 6. In der Zellschicht auf der Innenseite der großen Bündel, sowie zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen	
	Abnahme gegen 14. 6. Auf der Innenseite der großen Bündel Abnahme nach den Rändern	
Mehr als am 16. 7. Wenig im verdickten Grundparenchym vor den Bündeln	—	Nur sehr wenig. Abnahme gegen 14. 6., jedoch mehr als am 16. 7.
Mehr als am 16. 7. Mehr als in der mittleren Region	—	
Mehr als am 16. 7. Abnahme, etwas in Epidermis	—	Wenig in der hypodermalen Schicht, viel im Grundparenchym zwischen den großen Bündeln und oberseitigen Fasersträngen

parenchym hier homogener. Die Bündel zahlreicher als in der Scheide, die Bündelscheide um die großen Bündel ist verholzt. Ebenso die Epidermis vor den Fasersträngen. Das sklerenchymatische Gewebe ist stark entwickelt, schwächer vor den kleinen Bündeln. Das subepidermale Faserband auf der Oberseite im Mittelnerv erscheint kleinzellig und verholzt. In den Rändern, den großen Bündeln gegenüber, subepidermal auf der Oberseite Faserstränge. Dazwischen erscheint die Epidermis als Gelenk ausgebildet. Grundparenchym vollständig erhalten und von gleichmäßger Ausbildung.

Gelenk: Es ist nur sehr klein. Die äußere Form gleicht der von Zea. Im Mittelnerv 0,5 mm, ist es in den Rändern 2 mm lang, gegenüber Scheide und Spreite schwach angeschwollen. Das Fasergewebe kollenchymatisch ausgebildet, erscheint stärker als in Scheide und Spreite. Der Übergang vom Sklerenchym nach dem Kollenchym erfolgt unmittelbar. Die sklerenchymatischen und kollenchymatischen Zellen greifen mit ihren Spitzen ineinander. Bündel zahlreicher als in der Scheide, aber weniger als in der Spreite. In der mittleren Region ist das Assimilationsparenchym zwischen den Kollenchymsträngen etwas kollenchymatisch verdickt, subepidermal auf der Oberseite findet sich ein breites Kollenchymband. Es bildet sich im Übergang von Scheide zum Gelenk aus den einzelnen Sklerenchymsträngen, die sich seitlich vereinigen und kollenchymatisch werden. Das Kollenchymband ist eine Zellschicht von der Epidermis entfernt. Das Gewebe ist kleinzellig und besitzt verdickte Membranen. Im Übergang zum Mittelnerv der Spreite verschwindet es allmählich und geht in ein einschichtiges sklerenchymatisches Faserband über, das direkt unter der Epidermis liegt. In den Rändern finden sich statt des Bandes gut ausgebildete Kollenchymstränge. Das Grundparenchym ist kleinzellig und ziemlich dickwandig in den Rändern, weniger in der mittleren Region. Zwischen Assimilations- und Grundparenchym kein auffallender Unterschied. Im Laufe der Entwicklung tritt Verstärkung des kollen-

chymatischen Gewebes ein, das auch in den letzten Stadien zu verholzen beginnt. Das Grundparenchym wird während der Entwicklung dickwandiger und kollenchymatisch, zuerst war es noch ziemlich dünnwandig. Zu bemerken ist noch, daß die Parenchymzellen im Gelenk kürzer sind als in Scheide und Spreite.

Längsschnitt: Im Grundparenchym eine erhebliche Kürzung der Zellen in der mitteren Partie gegenüber Scheide und Spreite, Zellen etwa halb so lang, Übergang allmählich, keine Verholzung. Statt des sklerenchymatischen Gewebes kollenchymatiches. Fingerförmiges Ineinandergreifen der sklerenchymatischen und kollenchymatischen Fasern in den Übergängen nach Scheide und Spreite. Die gleichen Verhältnisse in den Rändern. Hier in einem Schnitt Grundparenchym im Gelenk dickwandig.

Verholzung: Scheide: 21. 5. Fasersicheln und Endodermis um die Bündel rot, Gefäße schwächer. Unterseitige Faserstränge, orangerot, oberseitige schwachgelb, Grundparenchym unverholzt. 2. 7. Hier unterseitige Faserstränge auch intensiv rot, oberseitige schwächer. Grundparenchym, besonders in den Rändern, verdickte und schwach rote Membranen zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen. 9. 8. Wie 2. 7. Grundparenchym und Oberseite der Faserstränge stärker gerötet.

Spreite: 21. 5. Schwache Verholzung in den Bündeln und den Fasergeweben der Unterseite, Oberseite sehr wenig. Abnahme vom Mittelnerv nach der Spreite. 2. 7. Sehr starke Verholzung, vor allem im Mittelnerv in den Bündeln im Gefäßteil, in der Endodermis, in den Fasersicheln, Oberseite nicht so stark, orangegelb gefärbt. Grundparenchym zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen in der Spreite schwach gerötet. 9. 8. Verholzung wie vorher, aber stärker. Grundparenchym stärker gerötete Membranen.

Gelenk: 21. 5. Übergang von der Scheide wie in dieser, im Gelenk Rotfärbung nur um die Bündel und wenig in ihnen,

Mitte mehr als Rand. 2. 7. Im Übergang von der Scheide wie vorher. Unterseite hypodermal, auch zwischen den Fasersträngen, oberseitige Faserstränge rot bis orange. Gelenk in der Mitte Rotfärbung nur auf der Unterseite. Übergang nach den Rändern und in diesen wie vorher. Längsschnitt: Beim Eintritt in das Gelenk von Scheide und Spreite aus Aufhören der Verholzung. Sehr starke Rotfärbung in der Scheide, unmittelbar unter dem Gelenk. 9. 8. Im Übergang zur Spreite beginnt die Verholzung früher als im vorigen Stadium, sonst die gleiche Verholzung.

Frischuntersuchung.

1) Auf Chlorophyll und Stärke am 24. 6. 1915. Untersucht das zweite Blatt eines 90 cm hohen Halmes. Länge der Spreite 25 cm, größte Breite 1,4 cm.

Scheide. Chlorophyll: Zellschicht des Parenchyms neben den Bündeln und den Sklerenchymsträngen dunkelgrün, in den hypodermalen Schichten nur wenig Chlorophyll.

Stärke: In der Zellschicht zu beiden Seiten der Bündel blauschwarze Färbung. Zunahme der Menge nach den Rändern.

Spreite. Chlorophyll: In allen Zellen des Assimilationsparenchyms zwischen den Bündeln dunkelgrüne Färbung. In den Rändern auch im Grundparenchym, aber weniger.

Stärke: In der Zellschicht zu beiden Seiten der Bündel. In den Rändern mehr als in der Mitte.

Gelenk. Chlorophyll: Auf der Unterseite zwischen den Kollenchymsträngen in der Zellschicht um die Bündel (dunkelgrün) und wenig in ihnen. In den randlichen Partien im Grundparenchym sehr viel, ebenso in der hypodermalen nicht kollenchymatisch verdickten Zellschicht der Oberseite.

Stärke. Der Schnitt durch die Scheide: In der Scheide auf der Innenseite der Bündel Blaufärbung, vor den kleinen Bündeln und in der mittleren Region nur unvollständig. Am

meisten im Übergang, in den äußeren Teilen der Ränder keine Färbung. Im Übergang zum Gelenk Zunahme der Menge, vor allem in der mittleren Region, im Übergang zwei Zellschichten vor den großen Bündeln blau gefärbt. In den äußeren Rändern keine Stärke. Mittlere Region Stärkescheide auf Innenseite der Bündel blauschwarz, Übergang Stärkescheide ebenso, einzelne Zellen des chlorophyllhaltigen Parenchyms hellblau, Grundparenchym zwischen Bündeln und Faserstrang dunkler. Ränder wenige Zellen der Stärkescheide blauschwarz, außen nichts. Übergang zur Spreite: Mittlere Region Stärkescheide bei den großen Bündeln an den Seiten, bei den kleinen auch auf der Innenseite blauschwarz gefärbt, im Übergang auch auf der Innenseite der großen Bündel, in der mittleren Region und in den Rändern Zunahme der Stärkemenge.

Spreite: Mittelnerv nur in je einer Zelle an den Seiten der Bündel mit blauschwarzer Färbung, im Übergang Zunahme der Zahl der blauschwarz gefärbten Zellen. Im benachbarten Grundparenchym eine Zellschicht schwach hellblau gefärbt. In den Rändern in der Stärkescheide an den Seiten der Bündel blauschwarze Färbung.

Das absolute Maximum im oberen Teil des Gelenks. Die Verteilung der Stärke stimmt nicht mit der des Gelenks vom 2. 7. 1915 überein, sondern schließt sich eng an die beiden Stadien vom 21. 5. und 9. 8. an.

2) Auf reduzierenden Zucker: Am 28. 6. 1915. Es fand sich kein Zucker.

Am sonnigen Nachmittage des 6. 7. 1915 das zweite Blatt eines 93 cm hohen Halmes untersucht. Spreite 37 cm lang, 1,4 cm größte Breite.

In der Scheide kein Zucker.

In der Spreite im Grundparenchym im oberen Teil ziemlich viel.

Im Gelenk: Ziegelroter Niederschlag in den Kollenchymsträngen und im Grundparenchym.

Untersuchung des konservierten Materials.

Scheide und Spreite wurden stets 2,5 cm unter bezw. über dem Gelenk geschnitten.

Konserviert am 2. 7. 1915.

Morphologie s. S. 41.

Nach dem Konservieren: Scheide bräunlich grün, Gelenke dunkelbraun. Spreitenmittelnerv hellgrün, Seiten dunkelgrün, zum Teil schwach bräunlich.

Untersucht das vierte Blatt.

Scheide. Stärke: Intensiv blauschwarze Färbung in der Zellschicht des Parenchyms zu beiden Seiten der Bündel. Nach den Rändern Zunahme.

Gerbstoff: In den subepidermalen Schichten der Unterseite schwach brauner Niederschlag, Epidermis der Unterseite braun, die der Oberseite in einigen Zellen intensiver, in anderen nur schwacher brauner Niederschlag.

Spreite. Stärke: In der Zellschicht zu beiden Seiten der Bündel blauschwarze Färbung. In den Rändern mehr als in der Mitte.

Gerbstoff: Epidermis der Unterseite hellbrauner Niederschlag, ebenso die Gelenke der Oberseite und die darunter liegenden Parenchymzellen, nach den äußeren Teilen hin dunkler werdend. Im Mittelnerv nur wenig brauner Niederschlag in der Epidermis der Unterseite.

Gelenk. Stärke. Lupenbild: Schnitte aus verschiedenen Höhen des Gelenks: Zuerst durch die Scheide, dann Ligula zweimal getroffen, das Gelenk selbst, der Übergang zur Spreite und ein Schnitt durch diese.

In der Scheide in den Rändern nur wenig blaue Färbung auf der Innenseite der Bündel. Im Übergang zahlreiche Zellen des Grundparenchyms, besonders vor den großen Bündeln blau gefärbt. In den folgenden Schnitten in den Rändern keine Färbung, im Übergang zur Mitte und in dieser selbst das unverholzte Parenchym der Unterseite und die Zellschicht

um die Bündel dunkelblau gefärbt. Im Grundparenchym im Übergang vor den großen Bündeln Blaufärbung.

Im Gelenk selbst: In den Rändern Zellschicht um die Bündel dunkelblau. In der Mitte halbkreisförmig um den Gefäßteil der Bündel und auf der Innenseite des Kollenchymbandes Blaufärbung. In dem Spreitenschnitt: Nur in der Stärkescheide um die Bündel, am meisten an den kleinen Bündeln, Zunahme nach den Rändern.

Mikroskopische Untersuchung: Im Gegensatz zur Scheide im Schnitt unmittelbar unter dem Gelenk sehr viel Stärke. Im Grundparenchym vor den ersten beiden Primärbündeln nach den Bündeln der Mitte bis zu den Fasersträngen hin, auch im Grundparenchym auf der Innenseite des Faserbandes in mehreren Schichten Blaufärbung, ebenso im unverholzten Parenchym in der mittleren Region vor den kleinen Bündeln. Das Fasergewebe der Oberseite ebenfalls schwach blau gefärbt. Nach den Rändern Abnahme der Stärkemenge. Hier nur Blaufärbung in der Stärkescheide um die Bündel.

Die genaue Verteilung der Stärke: In der mittleren Region um das Primärbündel nur einige Zellen der Stärkescheide blau gefärbt, um die benachbarten Bündel mehr Zellen. Parenchym zwischen den großen und vor den kleinen Bündeln blau gefärbt, ebenso das unverholzte Assimilationsparenchym. Im Grundparenchym auf der Oberseite Blaufärbung in der Mitte. In zwei Schichten auf der Innenseite des Faserbandes, dann Zunahme der Zahl der Schichten und im Übergang das ganze Grundparenchym zwischen den primären Bündeln und dem ersten Faserstrang blaugefärbt. Die inneren Zellschichten des Faserbandes und auch der Faserstränge mit schwach blauer Färbung. Die Stärkescheide des primären Bündels des Übergangs in einigen Zellen blau. In den Rändern in den unverholzten Zellen der Stärkescheiden dunkelblaue Färbung, im Assimilationsparenchym zwischen den Gefäßteilen der Bündel Blaufärbung Beim Übergang noch im Grundparenchym zwischen den großen Bündeln und den

Fasersträngen schwache Blaufärbung und ebenso in den an sie anstoßenden Schichten der Faserstränge. Desgleichen bei den drei ersten primären Bündeln. Weiter nach außen Abnahme und ganz am Rande überhaupt keine Stärke. Im Übergang zum Gelenk (die Ligula ist getroffen) gegen den vorigen Schnitt eine erhebliche Abnahme der Stärke. Die typische Färbung des Grundparenchyms vor den primären Bündeln des Übergangs nur wenig ausgeprägt. Die Hauptmenge im Parenchym zwischen den kleinen Bündeln und in der Stärkescheide, beide blau gefärbt, weniger im Fasergewebe der Oberseite, in den äußeren Rändern fast keine Stärke. In der mittleren Region: Die Stärkescheide um die Bündel und das unverholzte zwischen ihnen liegende Parenchym blau gefärbt. Im Grundparenchym zwei Zellschichten auf der Innenseite des Faserbandes und in diesen selbst mit blauer Färbung. Zunahme der Zahl der Schichten im Grundparenchym nach dem Übergang hin. Hier in den Grundparenchymzellen zwischen den primären Bündeln und dem Faserband in den den Fasern benachbarten Zellen dunkelblaue Färbung, nach den Bündeln hin schwächer werdend. Und in der an diese grenzenden Schicht ganz fehlend. Sonst im Übergang in der Stärkescheide und im unverholzten Parenchym dunkelblaue Färbung. In den Rändern die drei ersten Faserstränge hellblau gefärbt, die Stärkescheide und das chlorophyllhaltige Parenchym blau. Nach außen Abnahme der Menge, in den äußeren Teilen von der Ansatzstelle der Ligula ab fast keine Stärke.

In den folgenden Schnitten durch die Mitte des Gelenks eine weitere Abnahme der Stärkemenge, mit dem Auftreten eines intensiven Gerbstoffniederschlages. In der mittleren Region aber in der Stärkescheide, im unverholzten Assimilationsparenchym dunkelblaue Färbung. Das Faserband in einzelnen Zellen, und z. T. in der Zellschicht des Parenchyms auf seiner Innenseite, hellblau gefärbt.

Im Übergang zu den Rändern: Stärkescheide blau, im

Grundparenchym zwischen Bündel und Faserstrang nur einzelne Zellen stärkehaltig, ebenso in den Fasersträngen. In den Rändern Stärkescheide vor dem Gefäßteil der Bündel hellblau gefärbt. In den äußeren Teilen keine Stärke.

Übergang vom Gelenk zur Spreite: Die Fasern wieder sklerenchymatisch werdend, oberseits noch nicht, unterseits jedoch zum Teil. Das mittlere Parenchym schwach verholzt. Verteilung und Menge der Stärke im wesentlichen dieselbe wie im Gelenk. Die Stärkescheide in den mittleren Regionen hellblau, nach den Rändern an Intensität zunehmend, und auch ganz außen blau gefärbt. Assimilationsparenchym in der Mitte nur schwach gefärbt.

Die genauere Untersuchung: In der mittleren Region Stärkescheide hellblau, vor den kleinen Bündeln nur unvollkommen, auf der Innenseite des Faserbandes einzelne Zellen des Grundparenchyms besonders nach dem Übergang zu hellblau gefärbt. Im Übergang Stärkescheide dunkler, das Assimilationsparenchym zwischen den Bündeln hellblau gefärbt. In den Rändern dunkelblaue Färbung nur in der Stärkescheide.

Im Schnitt durch die Spreite: Fasergewebe zum größten Teil sklerenchymatisch, auffallend hier die Zunahme der Stärkemenge, vor allem auch in den typischen Zellen des Grundparenchyms in der mittleren Region und im Übergang. Im Mittelnerv das Grundparenchym unmittelbar vor den Bündeln und das unverholzte Parenchym zwischen den Bündeln dunkelblau. Im Faserband vereinzelte hellblaue Zellen. Im Übergang Stärkescheide zu beiden Seiten der kleinen Bündel dunkelblau, die großen nur am Siebteil. Hellblau gefärbt das Grundparenchym, am meisten zwischen den großen Bündeln. In den Rändern in der Stärkescheide dunkelblaue Färbung, um die kleinen Bündel fast ganz, bei den großen nur an den Seiten.

Die Stärkemenge nimmt im Gelenk mit Zunahme des Gerbstoffs ab, und mit dessen Abnahme wieder zu. Also im Gelenk, wo am meisten Gerbstoff, ist am wenigsten Stärke

zu finden. Das Maximum der Stärke liegt einmal in der Scheide vor dem Übergang zum Gelenk und zwar im Übergang vom Rand zur Mitte, dann, wenn auch nicht so intensiv, im Übergang zur Spreite.

Gerbstoff. Lupenbild. Scheide: Epidermis der Unterseite und Assimilationsparenchym in der mittleren Region, ebenso wie Oberseite schwach braun, Übergang stärkerer Niederschlag, in den Rändern das Grundparenchym auch schwach braun, im Übergang zum Gelenk Zunahme, vor allem auch in der mittleren Region. Sehr starker Niederschlag im Gelenk. Grundparenchym hellbrauner Ton, Ränder dunkelbraun. Im Übergang zur Spreite Abnahme des Gerbstoffs.

Spreite: In der Epidermis der Oberseite, besonders auffallend in den Gelenkzellen und den darunter liegenden Parenchymzellen brauner Niederschlag.

Mit stärkerer Vergrößerung. Scheide: In der mittleren Region Epidermis der Unterseite in ihrem unverholzten Teil braun, im unverholzten Assimilationsparenchym schwach brauner Niederschlag. Epidermis der Oberseite dunkelbraun gefärbt. Schwach braun die hypodermalen Schichten vor dem Faserband, ebenso die unverholzten Schichten zwischen den Fasersträngen. Im Übergang zum Rand die hypodermale Schicht der Unterseite hellbraun, die folgenden Schichten schwach braun, ebenso auf der Oberseite, wo die Epidermis dunkelbraun. In den Rändern in der hypodermalen Schicht der Unterseite hellbrauner, in den folgenden Schichten schwach brauner Niederschlag, noch geringerer Niederschlag im farblosen Parenchym der Oberseite. Epidermis der Oberseite dunkelbraun.

Übergang zum Gelenk. Mittlere Region: Epidermis der Unterseite hellbraun, die beiden hypodermalen Schichten in ihren unverholzten Teilen braun. Epidermis der Unterseite dunkelbraun, in den beiden hypodermalen Schichten etwas hellerer Niederschlag. Im Übergang die unverholzte Epidermis

braun, die hypodermale Schicht hellbraun. In den folgenden Schichten zwischen den kleinen Bündeln schwach braune Färbung, ebenso in den unverholzten Zellen der oberseitigen hypodermalen Schichten. Epidermis hier dunkelbraun. In den Rändern die unverholzten Zellen der Unterseite und der hypodermalen Schicht hellbraun, die folgende Schicht schwach braun. Epidermis der Unterseite dunkelbraun, in der hypodermalen Schicht nur schwacher Niederschlag.

Im folgenden Schnitt, der ebenfalls die Ligula traf, geringe Zunahme. Mittlere Region: In Epidermis der Unterseite und den unverholzten Zellen des Assimilationsparenchyms schwacher brauner Niederschlag. Epidermis der Oberseite dunkelbraun, die beiden hypodermalen Schichten braun. Übergang zum Rand: Die unverholzten Zellen der Epidermis und die hypodermale Schicht braun, die folgenden Schichten zwischen den Fasersträngen hell- bis schwach-braun. Epidermis der Oberseite dunkelbrauner, hypodermale Schicht brauner, die folgenden Schichten schwachbrauner Niederschlag. In den Rändern Epidermis der Unterseite dunkelbraun, die hypodermale Schicht gelbbraun. Oberseitige Epidermis und hypodermale Schicht braun. In den äußersten Teilen, von der Ansatzstelle der Ligula ab, Epidermis rotbraun, die hypodermale Schicht gelbbraun gefärbt.

Das Gelenk selbst. Die mittlere Region: Die Epidermis der Unterseite dunkelbraun, die unverholzten Zellen der hypodermalen Schicht ebenfalls, die folgenden gelbbraun. Das Grundparenchym in Bündelnähe und auf der Innenseite des Kollenchymbandes gelbbraun, in den inneren Teilen nur schwach braun gefärbt. Die Epidermis der Oberseite und die zwei, oft aber auch mehr, hypodermalen Schichten vor dem Kollenchymband braun gefärbt, etwas heller die angrenzenden Schichten des Kollenchymbandes. Im Übergang Epidermis der Unterseite und die hypodermale Schicht in ihren unverholzten Zellen dunkelbraun. Das Parenchym zwischen den Kollenchymsträngen hell- bis gelbbraun, das Grund-

parenchym gelbbraun. Epidermis der Oberseite und die hypodermalen Schichten rotbraun. In den Rändern in der Epidermis der Unterseite dunkelbrauner, in der hypodermalen Schicht hellbrauner Niederschlag, die folgende Schicht gelbbraun und das Grundparenchym nur schwach gefärbt. Epidermis der Oberseite vor den Kollenchymsträngen dunkelbraun, sonst rotbraun wie die hypodermalen Schichten. In den äußersten Rändern Kollenchymstränge der Oberseite in ihren äußeren Schichten häufig rotbraun.

Der Übergang zur Spreite. Die mittlere Region: In der Epidermis der Unterseite schwach brauner, der Oberseite dunkelbrauner Niederschlag. Die hypodermalen Schichten und ersten Schichten des Kollenchymbandes hell- bis dunkelbraun. Grundparenchym gerbstoffrei. Der Übergang: Epidermis der Unterseite dunkelbraun, die unverholzten Zellen der hypodermalen Schicht braun, das Parenchym zwischen den Fasersträngen gelbbraun, Grundparenchym schwachbraun. Epidermis der Oberseite braun, in den hypodermalen unverholzten Zellen rot- bis gelbbrauner Niederschlag. In den Rändern Epidermis dunkelbraun. Die unterseitige hypodermale Schicht braun, die folgende Schicht gelbbraun. Die oberseitigen hypodermalen Schichten rot- bis gelbbraun. Im Grundparenchym schwach bräunlicher Niederschlag, nach außen dunkler werdend, bis zum rotbraunen Ton.

Im Schnitt durch die Spreite wenig Gerbstoff. In der mittleren Region nur in der Epidermis der Unterseite schwacher Niederschlag. Im Übergang in den unverholzten Zellen der beiderseitigen Epidermen hellbrauner Niederschlag. In den Rändern die unverholzten Epidermiszellen der Unterseite dunkelbraun, die Gelenke der Oberseite und die darunter liegende Schicht gelb- bis rotbraun. Im Übergang vom Gelenk zur Scheide wenig Gerbstoff, hauptsächlich in den äußeren Schichten. Allmähliche Zunahme der Menge, und zwar zuerst in den Rändern, dann auch in der mittleren Region. Maximum im Gelenk, die äußeren Teile dunkelbraun, die inneren

(das Grundparenchym vor allem) hellbraun. Am stärksten der Niederschlag im Übergang von Mitte zum Rand, hier zugleich das absolute Maximum. Nach der Spreite wieder Abnahme der Menge, und zwar zuerst in der mittleren Region, dann in den Rändern.

Zwischen den Maxima der Stärke in den Übergängen nach Scheide und Spreite liegt das Maximum des Gerbstoffes im Gelenk. In den stärkeführenden Zellen kein Gerbstoff.

Konserviert am 21. 5. 1915.

Höhe des Halmes 53 cm, vier entwickelte Blätter. Länge der Spreiten: 9,5, 12,5, 28, 37 cm, größte Breite 0,7 cm, Scheiden behaart und mit rötlichen Längsstreifen versehen, sonst grün gefärbt. Spreiten dunkler mit schwachem, weißem Mittelnerv. Die jüngeren Spreiten heller und zarter. Gelenke alle gelblich grün und deutlich abgesetzt.

Nach dem Konservieren: Scheiden unten grün, oben bräunlich. Gelenke Mitte grün, Seiten dunkelbraun. Spreiten bräunlich. Mitte grün.

Untersucht das zweite Blatt.

Scheide. Anatomie: Im Grundparenchym in den Rändern starke, in der Mitte schwache Höhlungen. Zwischen den Bündeln, den oberseitigen Fasersträngen kleinzelliges und schwach verdicktes Parenchym. Verholzung in den Bündeln schwach, in der Bündelscheide stärker.

Stärke: Nur wenig in der Zellschicht an den Seiten der randlichen Bündel.

Gerbstoff: Brauner Niederschlag in der Epidermis der Ober- und Unterseite.

Spreite. Anatomie: Keine Verholzung, Grundparenchym im Mittelnerv großzellig.

Stärke: Sehr starke blauschwarze Färbung in der Zellschicht an den Seiten der Bündel, im Mittelnerv weniger als in den Rändern.

Gerbstoff: In der Epidermis der Unterseite, in der

der Oberseite, im Mittelnerv und vor den Fasersträngen brauner Niederschlag. Gelenke hell- bis rotbraun gefärbt. Grundparenchym der Ränder gelbbraun.

Gelenk. Anatomie: Keine Verholzung. Grundparenchym in den Rändern kleinzellig und schwach verdickt, in der mittleren Region großzelliger.

Stärke: Die Verteilung schließt sich eng an das noch zu beschreibende Gelenk vom 9. 8. an. Im allgemeinen Stärkemenge gering im Vergleich zu den übrigen Gelenken. Dunkelblaue Färbung in den Parenchymzellen vor den Bündeln, besonders vor den großen. In den Rändern ganz um die Bündel mit Ausnahme der äußeren Teile, in der mittleren Region, dem Grundparenchym zwischen den großen Bündeln und unter der Innenseite des Kollenchymbandes schwach blaue Färbung.

Maximum im oberen Teil des Gelenks.

Gerbstoff: In Epidermis tiefbrauner Niederschlag, Assimilationsparenchym zwischen den Fasersträngen braun, Zunahme der Menge nach den Rändern. In der hypodermalen Schicht der Oberseite und im Grundparenchym in der mittleren Region hellbrauner Niederschlag. Schwaches Maximum im Gelenk. Nach Scheide und Spreite allmähliche Abnahme.

In diesem Gelenk findet sich bedeutend weniger Gerbstoff als im vorher beschriebenen. Das dazwischen liegende nicht näher untersuchte Stadium vom 10. 6. zeigt, daß eine allmähliche Zunahme des Gerbstoffs stattfindet.

Konserviert am 9. 8. 1915.

Halm 1,15 cm hoch. Die unteren Blätter verwelkt, sonst keine Besonderheiten. Zehn Blätter voll entwickelt. Länge der Spreiten: 26, 28, 39, 44, 48, 48, 48, 50, 37, 44 cm. Größte Breite 1,5 cm.

Nach dem Konservieren: Scheiden grünbraun, Gelenke dunkelbraun, Spreiten Mittelnerv grün, Ränder braun.

Untersucht das fünfte Blatt.

Scheide. Anatomie: Im Grundparenchym starke Höhlungen, zwischen Bündeln und oberseitigen Fasersträngen starke Verholzung, desgl. in der Bündelscheide und den Fasersicheln, weniger in den Bündeln.

Stärke: Blauschwarze Färbung in der Stärkescheide, an den Seiten der Bündel.

Gerbstoff: Hypodermal auf der Unterseite brauner Niederschlag, auf der Oberseite heller.

Spreite. Anatomie: Keine Höhlungen im Grundparenchym, im Mittelnerv stark verholzt, sonst wie Scheide.

Stärke: Menge und Verteilung wie üblich, viel in den Rändern.

Gerbstoff: In der Epidermis der Unterseite schwach brauner Niederschlag, stärker in den Gelenken der Oberseite.

Gelenk. Anatomie: In den Übergängen nach Scheide und Spreite wie in diesen. Im Gelenk inneres Grundparenchym im mittleren Teil verholzt.

Stärke: In der Scheide im Übergang zum Gelenk in der mittleren Region schwache Blaufärbung in der Stärkescheide in zwei Zellen an der Seite der Bündel. Im Übergang wenig auch in der Zellschicht auf der Innenseite der Bündel. In den Rändern schwache Blaufärbung in der Stärkescheide um die Bündel und im chlorophyllhaltigen Parenchym.

Übergang zum Gelenk: 1) Ligula außen getroffen. In der mittleren Region Stärkescheide und unverholztes Assimilationsparenchym hellblau gefärbt. Im Übergang Blaufärbung nur in der Stärkescheide. Nach den Rändern Abnahme. Kurz vor der Ansatzstelle der Ligula Stärkeherd: Im chlorophyllhaltigen Parenchym zwischen zwei großen Bündeln, besonders in der hypodermalen Schicht Blaufärbung. 2) Der höhere Schnitt: In der mittleren Region Stärkescheide dunkelblau. Im unverholzten Parenchym und einigen verholzten Zellen schwach blaue Färbung. Im Übergang nur Stärkescheide blau, auch der Sklerenchymstrang der Oberseite. In den Rändern Stärkescheide dunkelblau, vor den großen Bündeln, zwei

Schichten, später wieder Abnahme der Menge und schließlich keine Stärke mehr.

Im Gelenk selbst: Mehr Stärke. In der mittleren Region Zellschicht auf der Innenseite der Bündel und die Stärkescheide dunkelblau, im hypodermalen unverholzten Parenchym wenig Stärke. Übergang mehr: Zellschicht auf der Innenseite der Bündel und Stärkescheide intensiv blau. Hellblaue Färbung im chlorophyllhaltigen Parenchym zwischen den Bündeln, weniger im Grundparenchym. In den Rändern: Blaufärbung in den unverholzten Teilen um die Bündel, Abnahme nach den Rändern, außen keine Stärke.

Übergang zur Spreite: Mittlere Region wenig um die Stärkescheide an den Bündeln. Im Übergang mehr, am meisten in den Rändern, hier blauschwarze Färbung in der Stärkescheide. Spreite: Verteilung wie im Übergang, aber etwas weniger.

Das absolute Maximum liegt im oberen Teil des Gelenks, im Übergang von der Mitte nach dem Rand. Stärkescheide auf der Innenseite der Bündel dunkelblau gefärbt. Die unverholzten Zellen des Parenchyms der Unterseite hellblau gefärbt, ebenso einzelne Zellen des Grundparenchyms.

Gerbstoff: Die Verteilung ist dieselbe, wie in dem ausführlich beschriebenen Gelenk, aber die Menge ist erheblich geringer. Epidermis in den Rändern tiefbraun, in der mittleren Region weniger stark. Assimilationsparenchym in den Rändern gelbbraun, etwas heller das Grundparenchym; letzteres in der mittleren Region nur wenig Gerbstoff. Hypodermale Schichten der Oberseite hellbraun. Maximum im Gelenk.

Gegen das Stadium vom 2. 7. 1915 ist eine deutlich sichtbare Abnahme eingetreten. Während des Monats Juli, wie das am 26. 7. 1915 konservierte Exemplar zeigte, war die Menge dieselbe geblieben.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: Sehr ähnlich der von Zea, doch sind hier nur zwei Größen von Bündeln vorhanden. Die Höhlungen im Grundparenchym sind größer und der Unterschied zwischen dem kleinzelligen Grundparenchym, zwischen den großen Bündeln und den oberseitigen Fasersträngen, und dem großzelligen tritt sehr stark hervor. Im Mittelnerv der Spreite ist das Grundparenchym homogener als bei Zea und Saccharum, der Mittelnerv selbst ist schmäler und dicker. Das Gelenk ist nur sehr klein. Über die Entwicklung ist folgendes zu bemerken:

In der Scheide sind im Grundparenchym in den Rändern starke, in der Mitte schwache Höhlungen. Dies bleibt so während der weiteren Entwicklung. Die Membranen der Grundparenchymzellen zwischen den Bündeln und oberseitigen Fasersträngen sind schwach verdickt und später stark verholzt, desgl. die Endodermis und die Fasersicheln, auch sehr stark. Zunahme der Verholzung in dem Fasergewebe, oberseitig weniger, und im Gefäßteil der Bündel.

In der Spreite finden wir im jüngsten Stadium keine Höhlungen im Grundparenchym, im großzelligen und homogenen Grundparenchym im Mittelnerv auch im mittleren und älteren Stadium. Verholzung im Fasergewebe unterseitig sehr stark, oberseitig schwach, in der Endodermis, den Fasersicheln und dem Gefäßteil der Bündel, weniger in den Rändern als im Mittelnerv. Das kleinzellige Grundparenchym im jüngsten Stadium unverholzt. Die Verholzung nimmt zu im zweiten Stadium, hier auch im kleinzelligen Grundparenchym in den Rändern. Zunahme im letzten Stadium.

Im Gelenk fehlt im jüngsten Stadium die Verholzung im Grundparenchym, das in den Rändern klein, in der mittleren Region großzellig ist. Verholzung nur in den Bündeln und um sie, Mitte mehr als Rand. Im folgenden Stadium ist das Grundparenchym in den Rändern schwach kollenchymatisch,

Sesgl. im letzten Stadium, hier ist es auch in den inneren dchichten im mittleren Teil verholzt. Im Laufe der Entwicklung tritt eine Vermehrung des kollenchymatischen Gewebes ein. Verholzung in der mittleren Region nur auf der Unterseite im zweiten Stadium. Im letzten beginnt die Verholzung früher im Übergang nach Scheide und Spreite.

2) Chlorophyll: In Scheide und Spreite wie bei Zea. Im Gelenk auf der Unterseite zwischen Kollenchymsträngen, in der Zellschicht um die Bündel und in ihnen. In den Rändern im Grundparenchym und in der hypodermalen, nicht kollenchymatischen Schicht der Oberseite.

3) Reduzierender Zucker: In der Scheide keiner. In der Spreite im Grundparenchym im oberen Teil, im Gelenk in den Kollenchymsträngen und im Grundparenchym.

4) Stärke: Scheide im ersten Stadium in der Zellschicht an den Seiten der Bündel, Ränder viel, Mitte wenig. Ähnlich wie bei Zea und Saccharum. Im zweiten Stadium wie bei Saccharum, im ältesten auch an den Seiten der Bündel.

Es gleicht nur im jüngsten Stadium Zea, da die Stärke sonst bei Zea fehlt. Am meisten Stärke finden wir im mittleren, am wenigsten im jüngsten Stadium.

Spreite: Im ersten Stadium wie Zea, aber nur an den Seiten der Bündel. Im zweiten wie Zea und Saccharum. Im dritten wie im ersten sehr viel in den Rändern. Wir finden überall gleichviel Stärke, nur im jüngsten etwas mehr.

Gelenk: Im ältesten und jüngsten Stadium haben wir die gleiche Verteilung: In den Parenchymzellen vor den Bündeln, besonders den großen. In den Rändern ganz um die Bündel mit Ausnahme der äußersten Teile. In der mittleren Region im Grundparenchym zwischen den großen Bündeln und unter der Innenseite des Kollenchymbandes. Im älteren Stadium ist in den verholzten Zellen keine Stärke. In beiden Stadien liegt das Maximum im oberen Teile des Gelenks. Im jüngsten nur sehr wenig.

Im mittleren Stadium liegt eine wesentlich andere Ver-

teilung vor, auch ist die Menge erheblich größer. Ein Maximum haben wir unmittelbar unter dem Gelenk. Hier Stärke im verholzten Grundparenchym vor den ersten beiden Primärbündeln nach dem Bündel der Mitte bis zu den oberseitigen Fasersträngen, und im Grundparenchym auf der Innenseite des Faserbandes in zwei Schichten, ferner im unverholzten Parenchym der mittleren Region vor den kleinen Bündeln, wenig im Fasergewebe der Oberseite. In den Rändern Stärke nur in der Stärkescheide um die Bündel und im Assimilationsparenchym zwischen dem Gefäßteil der Bündel. Nach dem Gelenk zu tritt erhebliche Abnahme ein. Vor den primären Bündeln des Übergangs nur wenig. Am meisten Stärke im Parenchym zwischen den kleinen Bündeln und in der Stärkescheide, in den äußeren Rändern fast keine Stärke. Im Übergang zur Spreite dieselbe Verteilung. In den Rändern erhebliche, starke Mengen um die Stärkescheide an den Bündeln. In der anschließenden Spreite liegt ein zweites schwaches Maximum, vor allem in der Stärkescheide um die kleinen Bündel, bei den großen an den Seiten. Weniger im Grundparenchym im Übergang nach den Rändern, hier am meisten zwischen den großen Bündeln.

Während der Entwicklung finden wir am meisten Stärke im mittleren Stadium, am wenigsten im jüngsten Stadium.

5) Gerbstoff: In der Scheide im jüngsten Stadium in der Epidermis. Im folgenden auch noch wenig in den hypodermalen Schichten der Unterseite und im letzten Stadium nur in den hypodermalen Schichten, unterseitig mehr als oberseitig. Im mittleren Stadium am meisten Gerbstoff, die anderen mit gleich großen Mengen.

Spreite: Im jüngsten Stadium in der Epidermis der Unterseite, der Oberseite, im Mittelnerv und vor den Fasersträngen, auch in dem Gelenk und im Grundparenchym der Ränder. Im mittleren Stadium in Epidermis der Unterseite, in den Gelenken der Oberseite und in dem darunter liegenden Parenchym, mehr in den Rändern. Im Mittelnerv nur auf

der Oberseite. Im letzten Stadium nur in Epidermis der Unterseite und in den Gelenken.

Während der Entwicklung findet eine Abnahme des Gerbstoffes statt.

Gelenk: Im jüngsten Stadium in der Epidermis, im Assimilationsparenchym zwischen den Fasersträngen, Menge nach den Rändern hin zunehmend. Ferner in der hypodermalen Schicht der Oberseite und auch im Grundparenchym der mittleren Region. Im folgenden Stadium tritt eine erhebliche Zunahme der Menge ein, vor allem im Grundparenchym in den Rändern, aber auch in der mittleren Region, am meisten stets in Bündelnähe. Die Abnahme der Menge nach der Spreite hin tritt zuerst in der mittleren Region, dann in den Rändern ein. Im ältesten Stadium ist wieder eine Abnahme der Menge festzustellen, wenig nur im Grundparenchym in der mittleren Region.

Das Maximum während der Entwicklung liegt im mittleren, das Minimum im jüngsten Stadium.

Vgl. die Tabelle auf den nächstfolgenden Seiten.

Glyceria spectabilis.

Die untersuchten Exemplare wuchsen am Rande des Tümpels im Botanischen Garten. Es waren hohe kräftige Halme. Im Hochsommer blühten sie. Die Stengelknoten waren deutlich ausgebildet und schwach gelblich grün, während die festen und innen hohlen Internodien grün waren. In den unter Wasser befindlichen Halmteilen fehlten die Knoten [1]). Die Blattscheide war rauh, weniger die Spreite, die Gelenke deutlich gelb abgesetzt. Die untersten Blätter waren sehr früh abgestorben.

Geschnitten wurden Scheide und Spreite stets 2,5 cm unter bezw. über dem Gelenk.

---

1) Vgl. Lehmann, S. 52, Abs. 2.

Anatomie.

Zugrunde gelegt das am 24. 6. 1915 konservierte Material. 2,28 m hoher blühender Halm. Die beiden unteren Blätter verwelkt, das dritte bis sechste Blatt mit dunkelbraunen Flecken auf der breiten Oberseite, sonst dunkelgrün. Gelenke deutlich grün abgesetzt, Scheiden gelblich grün. Länge der Spreiten: 40, 46, 55, 55, 53, 51, 49, 44 cm, größte Breite 2,8 cm.

Nach dem Konservieren: Scheiden gelblich grün, Spreiten dunkler, Gelenke braun.

Von den vorher untersuchten Objekten ziemlich abweichende anatomische Bauverhältnisse.

Scheide: Bei makroskopischer Betrachtung erscheint die Scheide auf dem Querschnitt gekammert. Die einzelnen Kammern sind von chlorophyllhaltigem Parenchym ausgekleidet, zwischen ihnen sind Lamellen, die sich von der Ober- nach der Unterseite erstrecken und von ein bezw. zwei dünnwandigen Zellschichten gebildet werden. In der Mitte schwellen sie etwas an, hier liegen die Bündel. Von der Epidermis der Ober- und Unterseite trennen sie Faserstränge. Die Kammern werden außen unterseitig von zwei Zellschichten, oberseitig von einer Zellschicht begrenzt. Der Querschnitt der Scheide verjüngt sich in den äußeren Rändern, die Mitte hebt sich nicht ab.

Mit stärkerer Vergrößerung: Die Epidermis der Unterseite ist stark verholzt. Hypodermal finden sich kleine Faserstränge mit gelb gefärbten Membranen, sie gehen — nach Haberlandt — aus der Epidermis hervor. An diese schließt sich das kleinzellige, dreischichtige, chlorophyllhaltige Parenchym an. An die Fasern grenzt unmittelbar das großzellige und dünnwandige Nervenparenchym, das sich bis zur Oberseite erstreckt. In ihm liegen die Bündel, die in zwei Größen miteinander wechseln, in der Mitte. Bis zu ihnen hin ist das Nervenparenchym dreischichtig, um sie ein- und bis zur Oberseite ein- bezw. zweischichtig. Die Zellschicht

Imperata sacchariflora		21. 5. 1915		2.
		Stärke	Gerbstoff	Stärke
Spreite	Mitte	Wenig an den Seiten der Bündel	Epidermis viel	Viel in der Zellschicht an den Seiten der Bündel. Geringe Abnahme gegen 21. 5.
	Übergang	Sehr viel an den Seiten der Bündel	Epidermis braun. Die oberseitige nur vor den Fasersträngen und in den Gelenkzellen, in den Rändern auch im Grundparenchym	
	Rand			Hier am meisten
Gelenk	Mitte	Ziemlich viel. Maximum im oberen Teil des Gelenks: Vor den Bündeln im Parenchym, zwischen den großen, unter der Innenseite des Faserbandes	In Epidermis, Assimilationsparenchym zwischen den Fasersträngen. Weniger in der hypodermalen Schicht der Oberseite und in der Mitte im Grundparenchym. Schwaches Maximum im Gelenk	Sehr viel. Maximum in den beiden Übergängen nach Scheide und Spreite. Erheblich mehr als am 21. 5.: Auf der Innenseite des Faserbandes im unverholzten Parenchym vor den kleinen Bündeln, wenig im Fasergewebe der Oberseite
	Übergang	Vor den Bündeln im Parenchym		Im Grundparenchym zwischen Bündeln und Fasersträngen
	Rand	Menge sehr gering. Ganz um die Bündel	Hier am meisten	In der Stärkescheide um die Bündel und im Assimilationsparenchym zwischen den Gefäßteilen der Bündel
Scheide	Mitte	—	Viel in Epidermis	Sehr viel in der Zellschicht an den Seiten der Bündel. Erheblich mehr als am 21. 5.
	Übergang	—		
	Rand	Nur wenig an den Seiten der Bündel		Hier am meisten

915	9. 8. 1915	
Gerbstoff	Stärke	Gerbstoff
Abnahme gegen 21. 5. Nur in der Epidermis der Unterseite	Wie sonst. Viel in den Rändern, etwas weniger als am 21. 5. Gleiche Menge am 2. 7.	In Epidermis der Unterseite und in den Gelenkzellen der Oberseite. Abnahme gegen 2. 7.
Abnahme gegen 21. 5. In Epidermis der Unterseite, Gelenkzellen der Oberseite und angrenzendem Parenchym. Nach den Rändern Zunahme		
Erheblich mehr als am 21. 5., vor allem im Grundparenchym, sonst Verteilung die Gleiche. Maximum im Gelenk	Verteilung wie am 21. 5. Weniger als am 2. 7. Mehr als am 21. 5.	Verteilung wie am 2. 7., aber weniger. Mehr als am 21. 5.
Sehr viel in der Epidermis der Unterseite, weniger auf der Oberseite und in den subepidermalen Schichten der Unterseite. Zunahme gegen 21. 5.	Viel in der Stärkescheide an den Seiten der Bündel. Menge geringer als am 2. 7., aber größer als am 21. 5.	Hypodermal auf der Unterseite, Oberseite weniger. Weniger als am 2. 7. Ebensoviel wie am 21. 5.

um die Bündel ist verholzt und hat gelb gefärbte Membranen. In den Bündeln finden wir ebenfalls schwache Verholzung. Desgl. in der Epidermis der Oberseite. Von farblosem Parenchym ist nur eine hypodermale Schicht dünnwandiger Zellen vorhanden. Vor den Bündeln finden wir oberseitig schwache Faserstränge ausgebildet. Zwischen dem Nervenparenchym große Höhlungen, deren Wände durch eine dünne Schicht chlorophyllhaltigen Parenchyms ausgekleidet sind. Im Laufe der Entwicklung verholzt die hypodermale Schicht der Unterseite und die Verholzung in den Bündeln nimmt zu.

Spreite: Die makroskopische Betrachtung zeigt dasselbe Bild wie bei der Scheide. Aber die Gewebemassen sind bis auf die Lamellen intensiv grün gefärbt. Im Mittelnerv sind die Lacunen ausgefüllt mit zartem hellgrünem Gewebe. Der Mittelnerv hebt sich nicht durch seine Dicke von den Spreitenteilen ab. Die mikroskopische Untersuchung zeigt folgendes: Der Bau der Spreite ist dem der Scheide sehr ähnlich, die Faserstränge zeigen eine kräftige Entwicklung, besonders im Mittelnerven. Das chlorophyllhaltige Parenchym ist kleinzellig und ziemlich dickwandig, das Nervenparenchym großzellig und dünnwandig. Die Epidermen der Ober- und Unterseite erscheinen vor den Bündeln verholzt. Im Mittelnerv haben wir keine Höhlungen, sondern an ihre Stelle tritt zartes und lockeres Gewebe. Neben dem Faserstrang der Oberseite ist rechts und links je ein Gelenk ausgebildet. Gleiche Anzahl von Bündeln in Spreite, Gelenk und Scheide.

Gelenk: Bei makroskopischer Betrachtung erscheint es in der Mitte wie Scheide und Spreite, nach den Rändern verschwinden die Lacunen allmählich, sie füllen sich mit lockerem Gewebe und festerem von den Wänden her. Die Lamellen treten nicht so deutlich hervor wie in Scheide und Spreite, in ihrer Mitte liegen die grün gefärbten Bündel. Die äußere Form ist die des Querschnitts einer plankonkaven Linse und zwar liegt die konkave Seite nach der Scheide zu. Im mittleren Teil 1 mm,

ist das Gelenk in den Rändern 6,5 mm lang, im Leben zeigt es eine gelbe Färbung.

Im Bau ist das Gelenk von Scheide und Spreite sehr verschieden, auf dem Längsschnitt ist es ihnen gegenüber stark angeschwollen. Höhlungen sind nicht vorhanden. Das Assimilationsparenchym besteht aus dickwandigen und kollenchymatischen Zellen. Außerdem ist der Unterschied zwischen den beiden Größen der Bündel auffallender, ihre Zahl jedoch die gleiche wie in Scheide und Spreite.

Die mikroskopische Untersuchung: Im Übergang von der Scheide zum Gelenk zeigen die mittlere Region, der Übergang zum Rand, und die angrenzenden Teile des Randes denselben Bau wie die Scheide. Nur die äußeren Teile des Randes erscheinen vom fünften Bündel an abweichend gebaut. Hier ist auch die Ligula getroffen. Die Epidermis ist stark verdickt und kleinzellig. Das chlorophyllhaltige Parenchym der Unterseite besitzt schwach verdickte, kollenchymatische Membranen und ist kleinzellig, ebenso das farblose Parenchym der Oberseite. Das in der Scheide als Nervenparenchym ausgebildete Gewebe, hier schwach kollenchymatisch, unterscheidet sich vom Assimilationsparenchym nur durch die etwas größeren Zellen. An die Stelle der Höhlungen tritt sehr lockeres, unvollkommenes Sternparenchym. Die Faserstränge, in Scheide und Spreite sklerenchymatisch, sind hier kollenchymatisch, vorerst aber nur schwach ausgebildet unterscheiden sie sich wenig vom angrenzenden Parenchym. Die Mitte des Gelenks zeigt in der mittleren Region keine typische Ausbildung: Schwache Verdickung des chlorophyllhaltigen Parenchyms und des Nervenparenchyms, die Kollenchymstränge sind nicht deutlich ausgebildet, das Sternparenchym nur sehr unvollkommen. Die Zellschicht um die Bündel ist stark verholzt. In den Rändern ist das Gelenk vollkommen ausgebildet: Epidermis kleinzellig und dickwandig, das chlorophyllhaltige Parenchym der Unterseite und das farblose Parenchym der Oberseite kleinzellig und stärker kollenchymatisch, ebenso das Nerven-

parenchym, nur etwas großzelliger, es ist zum Teil auch in die Höhlungen gegangen wie das übrige Parenchym, und hat das Sternparenchym verdrängt, das nur im Innern noch als ziemlich lockeres Gewebe vorhanden ist und in den äußeren Teilen der Ränder ganz fehlt.

Der Übergang vom Gelenk zur Spreite erfolgt ganz plötzlich. In der mittleren Region ist das Sternparenchym noch als lockeres Gewebe schwach erhalten. Die Zellen des chlorophyllhaltigen Parenchyms und des Nervenparenchyms erscheinen schwach verdickt, ebenso noch starker Unterschied in der Größe der Bündel. Im Übergang von der Mitte zum Rand und dem anschließenden Teil des Randes finden sich schon die Spreitenverhältnisse, nur der äußere Teil des Randes, zeigt noch denselben Bau wie das Gelenk.

Verholzung: 1) Scheide: 17. 5. Starke Rotfärbung der unterseitigen Fasersträngе in den Bündeln und in der Parenchymschicht um sie, oberseitige Fasersträngе nur schwach. 24. 6. Wie vorher. 30. 7. Fasersträngе der Oberseite stärker gerötet, Nervenparenchym auf der Unterseite bis zu den Bündeln schwach verholzt.

2) Spreite: 17. 5. Verholzung sehr stark in den ober- und unterseitigen Fasersträngen, schwach nur in der Parenchymschicht um sie. 24. 6. Zunahme der Verholzung in den Bündeln, Membranen des Nervenparenchyms im Begriff sich zu straffen und dunkler zu werden. 30. 7. Wie im vorigen Stadium.

3) Gelenk: 17. 5. Schwache Verholzung in der Parenchymschicht um die Bündel und um diese, in der mittleren Region auch in den Fasersträngen. 24. 6. Zunahme der Verholzung, schwach auch im Parenchym zwischen unterseitigen Fasersträngen und den Bündeln, Färbung orangerot. 9. 8. Wie im vorigen Stadium.

Frischuntersuchung.

1) Auf Chlorophyll und Stärke am 23. 4. 1915. Untersucht das erste Blatt eines Halmes mit drei entwickelten Blättern. Höhe bis zur Spitze des unentwickelten Blattes gemessen 36 cm. Länge der Spreiten 20,2, 22,7, 32,8 cm, größte Breite 2,3 cm. Spreiten dunkelgrün, Scheiden heller, Gelenke gelblich.

Scheide. Chlorophyll: Im Parenchym der Unterseite bis zu den Bündeln hellgrüne Färbung, die hypodermalen Schichten schwächer. In der Zellschicht an den Fasersträngen dunkelgrüne Färbung.

Stärke: Geringe Mengen im chlorophyllhaltigen Parenchym.

Spreite. Chlorophyll: Sehr viel mehr als in der Scheide, vor allem in den subepidermalen Schichten der Ober- und Unterseite. Ziemlich viel auch in der Parenchymschicht um die Bündel.

Stärke: Nur in der Zellschicht um die Bündel.

Gelenk. Chlorophyll: Wie in der Scheide, aber weniger.

Stärke: Makroskopisch im Übergang von Scheide zum Gelenk schwache Blaufärbung um die Bündel in der Zellschicht und im Nervenparenchym nach der Oberseite, in der Mitte weniger als in den Rändern. Im Gelenk in den genannten Zellen eine stärkere Blaufärbung. Außerdem noch schwach in den Parenchymzellen der Oberseite, die an die Höhlungen der mittleren Partie grenzen. Im Übergang zur Spreite nur wenig Färbung.

Die mikroskopische Untersuchung: Im Übergang von Scheide zum Gelenk in der Parenchymschicht um die Bündel hellblaue Färbung, desgl. in den Zellen des Nervenparenchyms auf der Oberseite der Bündel in den Rändern. Nach dem Gelenk Zunahme. In diesem selbst die Parenchymschicht um die Bündel, die Zellen des Nervenparenchyms auf der Ober-

seite blau gefärbt, in der mittleren Region auch in den Zellen der Oberseite, die an das Sternparenchym grenzen. Im Übergang zur Spreite nur schwache Blaufärbung um die Bündel und im Nervenparenchym der Oberseite in den Rändern.

2) Auf reduzierenden Zucker: Wurde am selben Tage untersucht. Es fand sich jedoch keiner. Am 2. 8. 1915 wurde nochmals mit Fehlingscher Lösung geprüft: Nur in der Scheide sehr viel im Grundparenchym. Kein Zucker in Gelenk und Spreite.

Untersuchung des konservierten Materials.

Konserviert am 24. 6. 1915.

Morphologie und Anatomie s. S. 63.

Scheide. Stärke: Nur in geringen Mengen in der Parenchymschicht um die Bündel.

Gerbstoff: Fehlt.

Spreite. Stärke und Gerbstoff: Fehlen.

Gelenk. Stärke. Lupenbild: Im Übergang von Scheide zum Gelenk keine deutliche Blaufärbung, nur schwach in den randlichen Teilen auf der Oberseite der Bündel im Nervenparenchym. Im Gelenk selbst die Parenchymschicht um die Bündel und das Nervenparenchym auf ihrer Oberseite blau gefärbt. Im Übergang zur Spreite nur wenig Stärke in der mittleren Region.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang von Scheide zum Gelenk nur schwache Blaufärbung in der Parenchymschicht auf der Oberseite der Bündel in den Rändern. Dann Zunahme der Menge und auch im Nervenparenchym vor den Bündeln auf der Oberseite. Im Gelenk selbst am meisten: In den äußersten Rändern nur Blaufärbung in der Parenchymschicht um die Bündel, nach innen auch im Nervenparenchym auf der Oberseite. In der mittleren Region außerdem Blaufärbung im Parenchym der Oberseite zwischen dem Sternparenchym und dem farblosen, hypodermalen kollenchymati-

schem Parenchym. Im Übergang zur Spreite ebenfalls in der mittleren Region, sonst keine Stärke.

Das absolute Maximum im Gelenk, an der Grenze gegen die Scheide zu.

Gerbstoff. Lupenbild: Gelenk sehr stark von der Spreite abgesetzt. Im Gelenk in den Rändern deutlich brauner Niederschlag, nach der Mitte hin an Intensität abnehmend. Abnahme nach der Scheide unmittelbar unter der Ligula sehr plötzlich, ebenso der Übergang nach der Spreite. Zwischen oben und unten im Gelenk kein Unterschied inbezug auf die Verteilung des Gerbstoffs.

Die mikroskopische Untersuchung: In der Epidermis der Unterseite in den Rändern, auch nach der mittleren Region zu, ferner in den entsprechenden subepidermalen Schichten und den Kollenchymsträngen hellbrauner Niederschlag, weniger in den folgenden Schichten des chlorophyllhaltigen Parenchyms und den hypodermalen Schichten der Oberseite. Abnahme der Menge nach der Scheide zu unmittelbar unter der Ligula, nach der Spreite bei der Verjüngung sehr schroff.

Das absolute Maximum in den Rändern des Gelenks.

Konserviert am 17. 5. 1915.

Halm 95 cm lang, an der Basis stark gerötet. Blattscheiden gelblich grün, Spreiten dunkelgrün, Gelenke deutlich gelb abgesetzt. Vier vollentwickelte Blätter. Länge der Spreiten 40, 46, 49, 46,5 cm, größte Breite 2,6 cm.

Nach dem Konservieren: Scheiden gelblich-grün, Spreiten dunkelgrün. Gelenke mittlere Region nichts besonderes, Ränder braun.

Untersucht das zweite Blatt.

Scheide. Anatomie: Schwache Verholzung in der Parenchymschicht und die Bündel.

Stärke und Gerbstoff: Fehlen.

Spreite. Anatomie: Keine Verholzung, noch geringe Reste des Gewebes in den Rändern der Höhlungen.

Stärke: Vereinzelte Stärkekörner, auf der Oberseite der Bündel im Mittelnerv.

Gerbstoff: Fehlt.

Gelenk. Anatomie: Keine Verholzung. In den Höhlungen Sternparenchym.

Stärke: Wenig in der Parenchymschicht um die Bündel und in dem Nervenparenchym auf ihrer Oberseite. Plötzliche Abnahme nach Scheide und Spreite.

Maximum unmittelbar über der Ligula. Weniger als am 24. 6.

Gerbstoff: In Epidermis, Assimilationsparenchym und den Kollenchymsträngen der Unterseite rotbrauner Niederschlag. Epidermis der Oberseite und angrenzendes Assimilationsparenchym desgl. in den Rändern. Mittelteil des Gelenks gerbstoffrei.

Maximum über der Ligula in den Rändern. Plötzliche Abnahme nach Scheide und Spreite.

In dem zwischen diesem und den vorher beschriebenen liegenden Stadium vom 31. 5. zeigt sich, daß eine allmähliche Gerbstoffzunahme stattfindet.

Konserviert am 30. 7. 1915.

Halm 2,70 m hoch, hat zur Fruchtbildung angesetzt. Spitzen aller Blätter abgestorben, die Spreiten der unteren ganz. Internodien stark verholzt. Farbe der Scheiden und Spreiten wie sonst, Gelenke dunkler. Neun Blätter entwickelt. Konserviert Blatt 3—7. Spreitenlänge: 50, 47, 48, 47, 44 cm, größte Breite 2,8 cm.

Nach dem Konservieren: Scheiden gelbbraun, Spreiten etwas dunkler, Gelenke braun.

Untersucht das fünfte Blatt.

Scheide. Anatomie: Verholzung in den Bündeln und in der Parenchymschicht um sie, schwach im Nervenparenchym.

Stärke: Vereinzelte Stärkekörner in der Parenchymschicht um die Bündel.

Gerbstoff: In den subepidermalen Schichten der Unterseite vereinzelter körniger brauner Niederschlag.

Spreite. Anatomie: Starke Verholzung in der Parenchymschicht um die Bündel und in ihnen, auch in der Epidermis, schwach im Nervenparenchym.

Stärke: Fehlt.

Gerbstoff: Sehr viel körniger brauner Niederschlag im Assimilationsparenchym der Ober- und Unterseite.

Gelenk. Anatomie: Bündel und Parenchym um sie wie in Scheide und Spreite. Höhlungen sehr klein, außen verdrängt durch kollenchymatisches Gewebe, innen Sternparenchym.

Stärke: Wenig in der Parenchymschicht auf der Oberseite der Bündel.

Gerbstoff: In Epidermis und subepidermaler Schicht der Unterseite deutlich brauner Niederschlag, auch in den Kollenchymsträngen, hier viele braune Gerbstofftröpfchen. Oberseite heller, die folgenden inneren Schichten gelbbraun. Im inneren Gewebe und in der mittleren Region kein Niederschlag. Abnahme nach Scheide und Spreite plötzlich.

Menge in diesem Gelenk geringer als in dem vom 24. 6., aber größer als in dem vom 17. 5.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: Glyceria spectabilis weicht im Bau erheblich von den übrigen Objekten ab.

Scheide: Das chlorophyllhaltige Parenchym ist dreischichtig. Die Bündel liegen im Nervenparenchym in der Mitte zwischen den ober- und unterseitigen Fasersträngen. Auf der Oberseite nur ein einschichtiges farbloses Parenchym. Das Schwammparenchym ist vollkommen abgestorben, nur im jüngsten Stadium finden sich noch Reste in den Rändern der Höhlungen. Im Laufe der Entwicklung verholzen die Bündel und die Parenchymschicht um diese mehr und mehr. Im

ältesten Stadium auch ein wenig das Nervenparenchym unterseitig bis zu den Bündeln. Die subepidermale Schicht der Unterseite verholzt gleichfalls, ebenso finden wir auch Verholzung im Fasergewebe, unterseitig mehr als oberseitig.

Die Spreite zeigt einen ähnlichen Bau. Die Faserstränge sind kräftig entwickelt, das Grundparenchym im Mittelnerv ist besser erhalten. Auch ist hier neben dem Faserstrang rechts und links je ein Gelenk auf der Oberseite ausgebildet. Im jüngsten Stadium fehlt die Verholzung, sonst wie in der Scheide, oberseitige Faserstränge stärker verholzt, das Nervenparenchym bleibt unverholzt.

Das Gelenk hat die Form einer plankonkaven Linse und ist stark angeschwollen. Das Schwammparenchym ist vollständig erhalten und als Sternparenchym ausgebildet. Die Epidermis erscheint stark verdickt. Das Assimilationsparenchym und das farblose Parenchym der Oberseite haben kollenchymatisch verdickte Membranen, nicht so stark das Nervenparenchym. Die mittlere Region ist nicht typisch ausgebildet. Die Faserstränge sind kollenchymatisch.

Im Laufe der Entwicklung bildet sich in den Höhlungen von den Rändern aus kollenchymatisches Gewebe. Das Sternparenchym ist im jüngsten Stadium noch sehr locker. Die Parenchymschicht um die Bündel verholzt, ebenso die Bündel. In der mittleren Region auch Verholzung in den Fasersträngen, in den beiden letzten Stadien auch im Parenchym zwischen den unterseitigen Fasersträngen und den Bündeln.

2) Chlorophyll. Scheide: Im Assimilationsparenchym der Unterseite bis zu den Bündeln, in der hypodermalen Schicht wenig, am meisten um die Fasern.

In der Spreite erheblich mehr, auch in der hypodermalen Schicht der Unterseite und in der der Oberseite, außerdem noch in der Zellschicht um die Bündel.

Im Gelenk findet sich am wenigsten, Verteilung wie in der Scheide.

3) Reduzierender Zucker: Nicht untersucht.

4) Stärke: Sie fehlt in der Scheide im jüngsten Stadium. In den Folgenden in der Parenchymschicht an den Seiten der Bündel, wenig im ältesten, etwas mehr im mittleren Stadium.

In der Spreite nur im jüngsten Stadium im Mittelnerv, wenig auf der Oberseite der Bündel.

Im Gelenk im jüngsten Stadium wenig in der Parenchymschicht auf der Oberseite der Bündel. Im folgenden Stadium wenig im Übergang von Scheide zum Gelenk wie im vorhergehenden. Im Gelenk selbst Zunahme in den inneren Teilen des Gelenks auch im Nervenparenchym auf der Oberseite, im mittleren Teil auch im Grundparenchym der Oberseite zwischen Sternparenchym und dem farblosen Parenchym, nach der Spreite ebenfalls, sonst keine Stärke. Im letzten Stadium wie im jüngsten. Maximum stets im Gelenk.

Im Laufe der Entwicklung am meisten im mittleren Stadium, und zwar hier in der mittleren Region des Gelenks, in den anderen Stadien gleichviel.

5) Gerbstoff: Er fehlt in der Scheide im mittleren und letzten Stadium, im jüngsten wenig im Mittelnerv auf der Oberseite der Bündel.

In der Spreite sind die beiden ersten Stadien gerbstofffrei, im letzten ist sehr viel im Assimilationsparenchym der Ober- und Unterseite.

Im Gelenk finden wir in allen Stadien Gerbstoff. Im jüngsten in der Epidermis, im Assimilationsparenchym und in den Kollenchymsträngen der Unterseite, auf der Oberseite nur in den Rändern. Im folgenden Stadium tritt eine erhebliche Zunahme ein. Im ältesten Stadium findet sich im Grundparenchym und im mittleren Teil kein Gerbstoff.

Das absolute Maximum liegt stets in den Rändern. Während der Entwicklung findet sich am meisten im mittleren Stadium und am wenigsten im jüngsten.

Glyceria spectabilis		17. 5. 1915.		24. 6	
		Stärke	Gerbstoff	Stärke	
Spreite	Mitte	Wenig auf der Oberseite der Bündel	—	—	
	Übergang	—	—	—	
	Rand	—	—	—	
Gelenk	Mitte	Sehr viel, Maximum über der Ligula. Wenig in der Parenchymschicht um die Bündel und im Grundparenchym auf ihrer Oberseite	—	Sehr viel, Maximum im Gelenk an der Grenze nach der Scheide zu. Mehr als am 17. 5.	In der Parenchymschicht um die Bündel, im Nerven- u. Grundparenchym der Oberseite, sowie im farblosen Parenchym
	Übergang		Sehr viel, in Epidermis, Assimilationsparenchym und den Kollenchymsträngen der Unterseite. In den Rändern auch auf der Oberseite. Maximum über der Ligula in den Rändern		In der Parenchymschicht um die Bündel u. im Nervenparenchym der Oberseite
	Rand				Nur in der Parenchymschicht um die Bündel
Scheide	Mitte	—	—	Wenig nur in der Parenchymschicht um die Bündel	
	Übergang	—	—		
	Rand	—	—		

915.	30. 7. 1915.	
Gerbstoff	Stärke	Gerbstoff
—	—	Sehr viel in Tröpfchenform im Assimilationsparenchym der Ober- und Unterseite
—	—	
—	—	
Wenig in der Epidermis der Unterseite	Abnahme gegen 2. 7.	Abnahme gegen 24. 6.
Sehr viel, Verteilung wie vorher. Erhebliche Zunahme gegen 17. 5.	Wenig in der Parenchymschicht auf der Oberseite der Bündel	Viel, Verteilung wie vorher. Menge größer als am 17. 5.
—	Wenig in der Parenchymschicht um die Bündel	Wenig in den subepidermalen Schichten der Unterseite
—		
—		

Zusammenfassung der Resultate für die Gräser.

1) Morphologie: Die Gelenke an der Grenzen zwischen Scheide und Spreite treten durch ihre Färbung gegenüber diesen beiden deutlich hervor. Sie erscheinen stets heller gefärbt, meist gelblich. Bei Zea und Saccharum sind sie sehr groß, kleiner bei Glyceria und sehr klein bei Imperata. Ihre Form gleicht der des Querschnittes einer bikonkaven Linse, nur bei Glyceria der einer plankonkaven und zwar mit der konkaven Seite nach der Scheide gerichtet. Die Ränder sind bei Zea und Saccharum gewellt, bei Imperata und Glyceria nicht.

2) Anatomie: Im Grundparenchym sind mehr oder minder starke Höhlungen je nach dem Objekt und dem Entwicklungszustand vorhanden, besonders stark sind sie bei Glyceria in Scheide und Spreite. Hier ist das Gewebe so weit abgestorben, daß nur zwischen den oberseitigen und den entsprechenden unterseitigen Fasersträngen das schmale, ein- bis zweischichtige Nervenparenchym erhalten ist. Unter der Epidermis der Unterseite finden wir nur zwei Parenchymschichten, unter der Oberseite nur eine Schicht farblosen Parenchyms. Nur in der Mitte der Spreite ist rechts und links vom Nervenparenchym je eine Höhlung von lockerem Gewebe ausgekleidet.

Im Gelenk haben wir in der Mitte in den Höhlungen ein sehr lockeres Sternparenchym, in den Rändern sehr kleine Höhlungen mit lockerem Sternparenchym, ganz außen fehlen sie, da sie durch kollenchymatische Gewebe verdrängt sind.

Bei den übrigen untersuchten Gräsern findet eine Differenzierung des Grundparenchyms statt, besonders in den Rändern. Es ist zwischen den großen Bündeln und den zugehörigen oberseitigen Fasersträngen kleinzellig und schwach verdickt, zum Teil auch verholzt. Dazwischen liegt großzelliges und dünnwandiges Parenchym. Der Unterschied ist bei Zea im jüngsten Stadium in der Spreite nicht so auf-

fallend, Höhlungen treten hier im mittleren Stadium in Scheide und Spreite auf, aber nur in den Rändern. Sie sind größer geworden im letzten Stadium, hier finden sie sich auch im Gelenk in den Übergängen nach Scheide und Spreite.

Bei Saccharum tritt die Differenzierung im Grundparenchym stärker hervor. Höhlungen finden sich aber nur in der Scheide vom zweiten Stadium an. Im Gelenk fehlen sie ganz, in der Spreite ist das großzellige Parenchym im letzten Stadium zwar sehr zusammengefallen, bildet aber keine Höhlungen.

Stärkere Höhlungen in der Scheide finden wir bei Imperata. Schwach sind sie in der mittleren Region. In der Spreite fehlen die Höhlungen im jüngsten Studium, später treten sie in den Rändern auf, während das Grundparenchym im Mittelnerv stets großzellig und homogen bleibt.

Die Bündel sind am zahlreichsten in der Spreite, ihre Zahl nimmt im Gelenk und in der Scheide ab, nur bei Glyceria findet sich die gleiche Zahl in allen Teilen.

Bei Imperata und Glyceria gibt es zwei Größen von Bündeln, die alternieren, bei Zea deren drei. Einen Übergang bildet Saccharum, wo zwei Größen miteinander wechseln, jedoch sich zwischen den großen Bündeln und der unterseitigen Epidermis noch kleinste Bündel vorfinden.

Die Bündel liegen in der Scheide und Spreite gegen die Unterseite zu, im Gelenk werden sie mehr ins Innere verlagert, bei Glyceria ist dies auch schon in Scheide und Spreite der Fall.

Das Festigungsgewebe wird durch Faserstränge gebildet, die in Scheide und Spreite aus Sklerenchym und im Gelenk aus Kollenchym bestehen. Der Übergang von Sklerenchym in Kollenchym geht plötzlich vor sich, die Elemente greifen fingerförmig ineinander.

Die Faserstränge liegen subepidermal auf der Ober- und Unterseite den Bündeln gegenüber. Auf der Oberseite sind sie nicht so kräftig entwickelt wie auf der Unterseite. Ihre

Zahl entspricht in Scheide und Spreite den Bündeln, in der Spreite sind sie feiner. Im allgemeinen sind die Faserstränge kräftiger vor den großen Bündeln als vor den kleinen.

Beim Übergang zum Gelenk werden die Faserstränge stärker und kollenchymatisch, das Parenchym der Unterseite zwischen ihnen wird gleichfalls kollenchymatisch verdickt. Außerdem finden wir im Mittelnerv in Gelenk und Spreite auf der Oberseite ein Faserband. Es bildet sich im Übergang von der Scheide zum Gelenk aus den oberseitigen Fasersträngen der mittleren Region und ist im Gelenk kollenchymatisch und eine Zellschicht, z. T. auch mehrere — im Übergang von der Scheide zum Gelenk, wo die Faserstränge sich noch nicht ganz vereinigt haben —, von der Epidermis entfernt gelagert. Im Übergang zur Spreite wird es sklerenchymatisch, schmäler und liegt subepidermal.

Eine Ausnahme im Bau des Festigungsgewebes bildet Glyceria. Die Anordnung der Faserstränge ist dieselbe. Aber im Gelenk sind im Beginn der Entwicklung die Kollenchymstränge nur schwach verdickt, erst später stärker. Auch fehlt das Faserband in der mittleren Region. Dagegen ist das gesamte Parenchym kollenchymatisch verdickt und auch in den Höhlungen finden wir solches. In der Spreite haben wir gleichfalls kein Faserband, dagegen ist der Faserstrang im Mittelnerv besonders entwickelt.

In der Spreite finden sich in der oberseitigen Epidermis Gelenke zwischen den Fasersträngen bei Saccharum und Imperata, bei Glyceria nur rechts und links vom Faserstrang des Mittelnerven je eins.

Verholzung: Im Grundparenchym finden wir in der Scheide bei Zea in der mittleren Region in den inneren vier bis fünf Schichten dunklere Färbung in den beiden letzten Stadien, desgl. auch bei Saccharum. Jedoch ist schon im jüngsten Stadium eine Verholzung des kleinzelligen Grundparenchyms in den Rändern festzustellen, am stärksten in Bündelnähe, während der Entwicklung zunehmend. Bei Im-

perata finden wir die Verholzung nur in den beiden letzten Stadien in den Rändern. Glyceria zeigt nur im letzten Stadium schwache Verholzung im unterseitigen Nervenparenchym bis zu den Bündeln. In der Spreite verholzt das innere Grundparenchym im Mittelnerv schon im ersten Stadium bei Zea, sonst ist hier nichts verholzt. Bei Saccharum finden wir im Mittelnerv stärkere Verholzung, in den beiden letzten Stadien auch im kleinzelligem Grundparenchym der Ränder. Imperata besitzt im Mittelnerv kein verholztes Grundparenchym, sonst verhielt es sich wie Saccharum. Bei Glyceria sind die Membranen des Nervenparenchyms dunkel gefärbt in den beiden letzten Stadien.

Im Gelenk finden wir nur in der mittleren Region das innere Grundparenchym schwach verholzt bei Zea, bei Saccharum und Imperata aber nicht. Bei Glyceria ist das Parenchym zwischen den unterseitigen Fasersträngen und den Bündeln in den beiden letzten Stadien schwach verholzt. Bei allen Objekten liegen in den Übergängen die Verhältnisse so wie in Scheide und Spreite. Nur im Übergang zur Scheide finden wir im allgemeinen, auch im Fasergewebe und in den Bündeln, eine stärkere Verholzung als in dieser selbst.

In den Bündeln sind im Gelenk nur die Gefäße verholzt. Im allgemeinen nimmt diese während der Entwicklung zu.

Auf den einzelnen Querschnitten zeigt sich eine Abnahme der Verholzung von der mittleren Region nach dem Rande zu. Dies gilt von Scheide, Spreite und Gelenk aller Objekte.

Was von den Bündeln gesagt ist, trifft auch auf die Endodermis zu.

Die Verholzung des Fasergewebes in Scheide und Spreite geschieht früher auf der Unterseite als auf der Oberseite. Im ersten Stadium haben wir schon eine sehr starke Verholzung der Unterseite, während die Oberseite nur schwach verholzt ist.

In dem Gelenk fehlt in den Rändern die Verholzung des Fasergewebes. In der mittleren Region finden wir sie bei

Saccharum und Glyceria auf der Unterseite, bei Imperata ebenfalls, aber erst vom zweiten Stadium an.

3) Chlorophyll: Allgemein findet sich am wenigsten im Gelenk. Dies tritt schon im Leben makroskopisch deutlich durch die stets hellere Färbung gegenüber Scheide und Spreite hervor. Sehr viel findet sich stets in der Zellschicht um die kleinen Bündel und um die Faserstränge der Unterseite. Sonst ist die Verteilung bei den einzelnen Objekten eine sehr verschiedene.

In der Scheide findet sich Chlorophyll bei Zea, Imperata und Glyceria, sehr viel in der Bündelzone besonders um die Bündel und Faserstränge, weniger in den hypodermalen Schichten der Unterseite. Bei Saccharum liegt auch ziemlich viel am Siebteil der großen Bündel, in den Rändern tritt eine Zunahme des Chlorophyllgehalts ein.

In der Spreite haben wir erheblich mehr als in der Scheide, besonders in den Rändern. Bei Zea wie in der Scheide aber auch sehr viel in den randlichen Teilen unter der unterseitigen Epidermis. Bei Saccharum zuerst wie in der Scheide, dann auch in den Rändern im verdickten Grundparenchym und neben den Fasersträngen der Oberseite. Imperata führt Chlorophyll im Assimilationsparenchym zwischen den Bündeln und in den Rändern, außerdem im Grundparenchym. Bei Glyceria ist sehr viel in den subepidermalen Schichten der Ober- und Unterseite und in der Zellschicht um die Bündel vorhanden.

Im Gelenk findet sich bei Glyceria dieselbe Verteilung wie in der Scheide. Bei Zea haben wir Chlorophyll auf der Unterseite im kollenchymatischen Gewebe, in den Bündeln und zwischen ihnen. Desgl. auch bei Imperata, in den Rändern aber noch im Grnndparenchym und in der hypodermalen, nicht kollenchymatischen Schicht der Oberseite. Bei Saccharum haben wir wenig in der Zellschicht um die Bündel, auf der Unterseite in den subepidermalen Schichten, mehr auf

der Oberseite. In den Rändern Zunahme, hier auch im verdickten Grundparenchym.

4) Reduzierender Zucker: Bei Saccharum fand sich keiner, bei Glyceria nur sehr wenig im Grundparenchym, Imperata führt Zucker in der unteren Spreite ziemlich viel in dem oberen Teil des Grundparenchyms, im Gelenk große Mengen in den Kollenchymsträngen und im Grundparenchym. Am meisten Zucker besitzt Zea. Das Maximum findet sich im unteren Teil des Gelenks unmittelbar unter der Ligula. Im Gelenk sehr viel in den mittleren Teilen des Grundparenchyms, nach außen und nach den Rändern abnehmend. In der Scheide besonders im Grundparenchym, in den Bündeln, im Assimilationsparenchym, wenig nur in den hypodermalen Schichten und im sklerenchymatischen Gewebe. In der Spreite tritt eine erhebliche Abnahme der Menge ein, vor allem im Assimilationsparenchym der Unterseite. In den randlichen Bündeln fand sich kein Zucker.

5) Stärke: Das Maximum der Stärke liegt im und am Gelenk. Im Gelenk selbst finden wir es bei Zea, im ältesten und jüngsten Stadium, so gleichfalls bei Imperata, in allen drei Stadien bei Saccharum und Glyceria, und zwar stets über der Ligula in der mittleren Region, in den Rändern weniger. Die Verteilung ist die folgende: In den Rändern in der Zellschicht auf der Innenseite der Bündel, zum Teil auch ganz um die Bündel (Imperata, Glyceria), bei Zea und Glyceria sind es mehrere Schichten vor den Bündeln nach der Oberseite hin. Im Übergang zur Mitte nimmt die Menge zu im kleinzelligen Grundparenchym. In der Mitte außerdem noch in mehreren Zellschichten unter der Innenseite des Faserbandes, und im Parenchym zwischen den großen Bündeln. Bei Imperata auch wenig im Fasergewebe der Oberseite.

Im mittleren Stadium liegt bei Zea und Imperata kein Maximum in der Mitte des Gelenks, sondern hier treten zwei

Maxima auf und zwar erstens im Übergang von der Scheide zum Gelenk. Hier findet sich am meisten im Übergang von der Mitte zum Rand im kleinzelligen Grundparenchym, sonst dieselbe Verteilung wie vorher. Das zweite Maximum liegt im Übergang zur Spreite, und zwar um die Bündel hier.

In der Scheide fehlt die Stärke in den beiden älteren Stadien bei Zea, im ältesten bei Saccharum, im jüngsten bei Glyceria, bei Imperata nur in der Mitte und im Übergang zum Rand. Sonst tritt sie auf in der Zellschicht ganz um die Bündel bei Zea und Glyceria, bei Saccharum im mittleren Stadium auch an den Fasersträngen. Bei Imperata nur an den Seiten der Bündel, im jüngsten Stadium nur in den Rändern sehr wenig.

In der Spreite findet sich keine Stärke bei Zea im letzten Stadium, desgl. bei Saccharum, auch nicht im mittleren Stadium im Mittelnerv und im Übergang zur Spreite. Glyceria ist stärkefrei in den beiden ältesten Stadien. Ganz in der Zellschicht um die Bündel findet sie sich bei Zea an den kleinen, im jüngsten und im mittleren, bei Saccharum im jüngsten Stadium. Nur an den Seiten der Bündel bei Imperata, am meisten in den Spreitenteilen; bei Saccharum im mittleren Stadium in den Rändern, und bei Zea im jüngsten Stadium an den großen Bündeln. Glyceria besitzt wenig Stärke im jüngsten Stadium, im Mittelnerv auf der Oberseite der Bündel.

Während der Entwicklung findet sich Stärke im Gelenk stets am meisten im mittleren Stadium, sonst die gleichen Mengen mit Ausnahme von Imperata, wo sich im ältesten Stadium mehr als im jüngsten findet.

In der Scheide zeigen sich bei allen Objekten Verschiedenheiten. Zea hat am meisten Stärke im jüngsten Stadium, sonst fehlt sie. Saccharum besitzt ein Maximum im mittleren Stadium, im ältesten keine Stärke. Bei Imperata gleichfalls am meisten im mittleren Stadium, im ältesten jedoch mehr als im

jüngsten. Bei Glyceria nimmt die Stärkemenge im Laufe der Entwicklung zu, im jüngsten fehlt sie.

Die Spreite zeigt stets eine Abnahme während der Entwicklung, bei Zea allmählich bis zum letzten Stadium, wo sie ganz fehlt. In der Spreite von Saccharum desgl., im Übergang zum Mittelnerv und in diesem schon im mittleren Stadium. Bei Imperata ist in allen Stadien Stärke vorhanden, bei Glyceria jedoch nur im jüngsten Stadium im Mittelnerv.

6) Gerbstoff: Das Maximum liegt stets im Gelenk und zwar immer in den Rändern mit Ausnahme von Saccharum im mittleren Stadium, wo sich das Maximum unmittelbar unter der Ligula befindet.

Die Verteilung ist die folgende: Am meisten in den Rändern, im Übergang zur Mitte und in dieser selbst Abnahme. Der Gerbstoff findet sich hauptsächlich in den äußeren Schichten, auch in der Epidermis, in den Kollenchymsträngen, weniger im Grundparenchym. Der Gerbstoff fehlt bei Glyceria in der Mitte im jüngsten und im ältesten Stadium. In den Übergängen tritt zuerst Abnahme im Grundparenchym ein, dann in den äußeren Teilen.

Die Verteilung des Gerbstoffs in der Scheide ist bei den einzelnen Objekten sehr verschieden. Bei Zea und Imperata findet er sich im jüngsten Stadium in der Epidermis, bei Imperata sehr viel, bei Zea wenig auf der Unterseite. In den beiden älteren Stadien bei Zea in der hypodermalen Schicht der Unterseite und in einer Zellschicht um die Faserstränge und Bündel, bei Imperata im mittleren Stadium in Epidermis und in den unterseitigen subepidermalen Schichten, im ältesten hypodermal auf der Unterseite, oberseits weniger. Bei Saccharum tritt der Gerbstoff auf im farblosen Parenchym um die Bündel und Sklerenchymstränge und im kleinzelligen Grundparenchym vor den Bündeln, hier am meisten im Übergang von Mitte zum Rand, im mittleren Stadium auch etwas in der Epidermis der Ränder. Nur im letzten Stadium von

Glyceria findet sich wenig Gerbstoff in den subepidermalen Schichten der Unterseite.

In der Spreite von Zea liegt der Gerbstoff im jüngsten Stadium in der Epidermis mit Zunahme nach den Rändern, sonst nur noch, im Rand und im Übergang zur Mitte, in den Gelenken der Oberseite und im angrenzenden farblosen Parenchym. Bei Saccharum im jüngsten Stadium im Rand im Parenchym zwischen den Bündeln, im kleinzelligen Grundparenchym und in den Gelenken. Im Übergang zur Mitte fehlt der Gerbstoff in den Gelenken und in der Mitte auch im kleinzelligen Grundparenchym. Im mittleren Stadium findet er sich im Rand in den subepidermalen Zellen neben den Fasersträngen der Oberseite, im Übergang zur Mitte und in dieser die Verhältnisse wie in der Scheide. Im ältesten Stadium nur im Übergang vom Mittelnerv zur Spreite ziemlich viel im Parenchym zwischen den großen Bündeln.

Bei Imperata haben wir Gerbstoffniederschlag in der Epidermis, in den Gelenken, in den Rändern auch im angrenzenden Parenchym.

Glyceria besitzt Gerbstoff nur im letzten Stadium sehr viel im Assimilationsparenchym der Ober- und Unterseite.

Die Gerbstoffmengen während der Entwicklung: Im Gelenk liegt stets das Maximum im mittleren Stadium, das Minimum im jüngsten. Nur bei Zea findet sich in der mittleren Partie im ältesten Stadium weniger und bei Glyceria fehlt der Gerbstoff in der Mitte im jüngsten und im ältesten Stadium.

In der Scheide von Zea tritt während der Entwicklung eine Zunahme ein. Saccharum verhält sich wie sein Gelenk, Imperata auch, nur sind die Mengen in den Endstadien gleich. Glyceria besitzt erst Gerbstoff im letzten Stadium.

Genau so verhält es sich bei ihm mit der Spreite, nur ist die Menge größer. Bei Imperata findet eine allmähliche Abnahme während der Entwicklung statt, etwas stärker noch bei Saccharum. Im letzten Stadium verschwindet er sogar in

Spreite und Mittelnerv. Zea zeigt im mittleren Stadium ein geringes Maximum, im ältesten ein Minimum, kein Gerbstoff hier im Mittelnerven.

Die relative Lage von Gerbstoff und Stärke:

1) Scheide: Die Stärke liegt um die Bündel. Bei Saccharum auch wenig im mittleren Stadium an den unterseitigen Fasersträngen im großzelligen Gewebe, bei Glyceria nur in den hypodermalen Schichten. Der Gerbstoff tritt dagegen auf in der Epidermis, in den hypodermalen Schichten und in der Nähe der Bündel und der unterseitigen Faserstränge, jedoch nicht in der ihnen unmittelbar benachbarten Zellschicht, die dagegen Gerbstoff führt.

2) In der Spreite finden wir die Stärke, wo sie auftritt, nur um die Bündel. Der Gerbstoff jedoch liegt hauptsächlich in der Epidermis, in den Gelenkzellen und in dem ihnen benachbarten großzelligen Parenchym, auch im Parenchym zwischen den Bündeln.

3) Im Gelenk liegt bei Imperata und Zea im mittleren Stadium je ein Stärkemaximum in den Übergängen von Scheide und Spreite und zwar im Übergang von der Scheide in der mittleren Region unter dem Kollenchymband und dem Übergang nach den Rändern im großzelligen verdickten Grundparenchym, im Übergang zur Spreite dagegen finden wir das Maximum um die Bündel, besonders in den Rändern. Zwischen diesen beiden liegt im Gelenk das Gerbstoffmaximum, vor allem in den Rändern die Hauptmenge im großzelligen Gewebe. In den beiden anderen Stadien liegen beide Maxima im Gelenk. Stärke am meisten in der mittleren Region, Gerbstoff dagegen in den Rändern, und zwar hauptsächlich in den äußeren Schichten und in dem großzelligen Parenchym.

Bei Saccharum finden wir die beiden Maxima stets im Gelenk in der Verteilung wie eben beschrieben. Eine Ausnahme bildet der Gerbstoff im mittleren Stadium, wo sich sein Maximum in der mittleren Region unter der Ligula befindet.

Die gleichen Verhältnisse bietet Glyceria, in der mittleren Region findet sich nur sehr wenig Gerbstoff, während die Stärke auch in geringen Mengen unter dem kleinzelligen Parenchym der Oberseite auftritt.

Chaerophyllum aureum.

Die untersuchten Pflanzen stammten sämtlich von demselben, gut belichteten Standorte im Botanischen Garten.

Ein voll entwickeltes Exemplar vom 24. 6. 1915, das schon zur Fruchtbildung angesetzt hat, besitzt eine Höhe von 1,5 m, in den oberen Teilen verzweigt es sich und besitzt fünf gestreckte Internodien. Die unteren drei, die sich unterhalb der ersten Verzweigungsstelle befinden, sind sehr kräftig entwickelt und fest. An ihren oberen Enden befinden sich die deutlich erkennbaren dicken Gelenke, die an ihrem oberen Ende nach der Knotenpartie zu stärker angeschwollen sind. Der Längsschnitt erscheint demnach keulenförmig mit dem spitzen Ende nach dem Internodium weisend. Zwischen Gelenk und Knoten tritt eine starke Verjüngung ein. Als Beispiel für die Unterschiede in den Dickenverhältnissen seien die Zahlen vom untersten Internodium und dem entsprechenden Gelenk angegeben: Internodium 11,5 mm dick, Übergang zum Gelenk 12 mm, dieses selbst 13 mm und die Partie zwischen Knoten und Gelenk 11 mm. Das Internodium zeigt eine Länge von 20 cm, das Gelenk eine solche von 2,5 cm. Für das folgende Internodium und das zugehörige Gelenk gelten entsprechend folgende Zahlen: Länge 26, 3,2 cm. Dicke 9,5, 11, 12,5, 11 mm.

In den Internodien unterhalb der Dolden können wir makroskopisch keine Gelenke erkennen. Auch sind die Internodien erheblich kürzer als die unteren, die genauen Längen wurden nicht gemessen.

Die Knotenpartien zeichnen sich durch eine starke ring-

förmige Verdickung aus. An sie setzen sich die Blätter mit ihren stark entwickelten Scheiden an. Die Blätter bleiben weich, ihre Größe nimmt von unten nach oben sehr stark ab.

Bei näherer Betrachtung fällt an den Internodien auf, daß sie stark gerippt sind, sowohl die unteren wie die oberen. Diesen Rippen entsprechen in der primären Rinde ein bis zwei Zellschichten von der Epidermis entfernt gelagerte kräftige Kollenchymstränge. An den Gelenken tritt die Berippung etwas zurück.

Die Internodien sind stets grün gefärbt und zwar die oberen dunkler als die unteren, die Gelenke zeigen eine hellere Färbung. Außerdem finden wir auf den unteren Internodien zahlreiche rote Flecken, besonders auf der Sonnenseite. Ihre Zahl nimmt im Übergang zum Gelenk sehr erheblich zu, fehlt aber in diesem..

Über die Entwicklung ist zu sagen, daß die Gelenke erst Ende Mai dem bloßen Auge sichtbar wurden, wenn die Pflanze eine Höhe von 1,25 m erreicht hatte. Die Internodien sind zu dieser Zeit schon fertig gestreckt, aber noch unverholzt. Die Verholzung zeigt sich zuerst in den Knoten, dann im Internodium, und erheblich später verholzen die Gelenke. Sie schreitet im einzelnen Stadium von unten nach oben fort.

Die Blüte fällt in die Zeit von Ende Mai bis Ende Juni.

Anatomie.

Zugrunde gelegt das am 14. 6. 1915 konservierte Exemplar.

Kräftig, Höhe 1,47 m, die ältesten Dolden hatten zur Fruchtbildung angesetzt, nur die jüngsten und kleinsten noch in Blüte. Internodien fest und unbiegsam mit zahlreichen roten Flecken. Gelenke stark ausgebildet. Sieben gestreckte Internodien vorhanden. Untersucht die ersten drei. Ihre Länge 26, 30, 23 cm. Die Dickenverhältnisse der Internodien und zugehörigen Gelenke (die Zahlen beziehen sich stets der Reihe nach auf das Internodium, den Übergang zum Gelenk, das Gelenk selbst, den Übergang zum Knoten und eventl.

den Knoten). 1) 7,5, 9,5, 10,5, 10, 7,5 mm. 2) 6,5, 7,5, 10, 8,7 mm. 3) 6,5, 8,5, 6,5, 6 mm.

Zweites Internodium. Allgemeines Übersichtsbild: Auf dem Querschnitt sieht man mit bloßem Auge innen eine Höhlung, die von feinem, farblosem Mark umgeben ist, um dieses findet sich ein grün gefärbter Ring, die Bündelzone. Ganz außen liegt die primäre Rinde, die in eine innere farblose, und eine äußere schwach grün gefärbte Zone zerfällt. Außerdem noch dunklere Punkte: Die Kollenchymstränge. Die äußere Schicht bildet das Hypoderm [1]).

Mit der Lupe betrachtet, ergeben sich folgende Einzelheiten: Außen das Hypoderm, an dieses schließen sich die äußeren Schichten der primären Rinde an, die aus kleinzelligem, etwas verdicktem Gewebe bestehen, dieses ist chlorophyllhaltig. Die innere Rinde setzt sich zusammen aus großen kugligen Zellen mit dünnwandigen Membranen, die Ausbildung der innersten Schicht als Stärkescheide tritt nicht deutlich hervor. Vor den großen Bündeln liegen, ein bis zwei Zellschichten von der Epidermis entfernt, die nierenförmigen Kollenchymstränge, in ihrer inneren Ausbuchtung die Ölgänge.

In der Bündelzone finden wir drei Größen von Bündeln. Ihre Zahl beträgt 46. Vor ihnen liegen Fasersicheln. Der Siebteil der Bündel ist nur schwach ausgebildet im Gegensatz zum stark entwickelten Gefäßteil, der aus dem verholzten Sekundärholz und dem unverholzten Primärholz besteht. Auch finden wir in den Bündeln Kambium. Die Bündel werden durch die dazwischen liegenden stark verholzten Libriformmassen zu einem sklerotischen Ring vereinigt.

Zwischen den Bündeln und in zwei Zellschichten um das Primärholz der großen Bündel findet sich kleinzelliges verholztes Mark. Das übrige periphere Mark ist großzelliger. Vor den großen Bündeln finden sich auf der Grenze zwischen

1) Vgl. Berthold, Untersuchungen, Bd. 1, S. 69.

unverholztem und verholztem Mark markständige Ölgänge. Zentral ist das Mark nur zur Hälfte erhalten, die innere Hälfte ist verschwunden.

Im ersten Internodium finden wir die gleichen Verhältnisse, aber eine erheblich stärkere Verholzung in der Bündelzone und im peripheren Mark. Das zentrale Mark ist weiter abgestorben.

Im dritten Internodium haben wir in den Libriformbündeln eine sehr starke Verholzung, in den Bündeln weniger. Von den großen Bündeln sind die Libriformbündel durch drei Zellschichten getrennt, an die kleinen Bündel treten sie ganz heran. Das zentrale Mark wie im zweiten Internodium.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt Näheres: Die Epidermis besitzt gleichmäßig gebaute und mit verdickten Membranen versehene Zellen. Die primäre Rinde besteht in den beiden äußeren Schichten aus kleinen kollenchymatischen Zellen. Die inneren Schichten führen große und dünnwandige Zellen, nur die Stärkescheide, die Zellschicht um die Kollenchymstränge und um die Ölgänge ist kleinzelliger. Ein bis zwei Zellschichten unter der Epidermis und vor den großen Bündeln liegen die Kollenchymstränge, in ihrer Ausbuchtung, eine Zellschicht von ihnen getrennt, die Ölgänge.

Vor den Bündeln liegen die schwach kollenchymatischen Fasersicheln. Die kollateral gebauten Bündel besitzen einen schwach entwickelten Siebteil. Zwischen diesem und dem stark entwickelten Gefäßteil das Kambium. Der Gefäßteil setzt sich zusammen aus dem verholzten Sekundärholz und dem unverholzten Primärholz, vor dem sich Faserstränge befinden. Unmittelbar an die kleinen Bündel schließen sich an den Seiten stark verholzte Libriformbündel an. Von den großen Bündeln sind sie durch drei bis vier Schichten kleinzelligen, stark verholzten Gewebes getrennt.

Das Mark erscheint in drei Zellschichten vor den Libriformbündeln, in zwei vor dem Gefäßteil der großen Bündel kleinzellig und stark verholzt. Weiter nach innen nehmen

die Zellen an Größe zu und zeigen geringere Verholzung. An der Grenze von peripherem und zentralem Mark liegen vor den großen Bündeln die markständigen Ölgänge. Das zentrale Mark ist nur zur Hälfte erhalten, besteht aus großzelligem und dünnwandigem Parenchym.

In den beiden anderen Internodien finden wir die gleichen Bauverhältnisse. Im ersten haben wir in der Bündelzone eine erhebliche Zunahme der Verholzung. Die Grenze zwischen dem peripheren verholzten und dem zentralen, sehr weit abgestorbenen Mark tritt sehr scharf hervor. Im dritten Internodium finden wir in der Bündelzone eine geringere Verholzung, in den Libriformbündeln ist sie jedoch sehr stark. Das periphere Mark ist in den inneren Schichten unverholzt. Über die primäre Rinde ist zu bemerken, daß sie erheblich schmäler ist als in den beiden unteren Internodien.

Zweites Gelenk. Die allgemeine Orientierung zeigt denselben Bau wie im Internodium, nur hat sich die primäre Rinde in ihren inneren Schichten verbreitert, die Zellen erscheinen größer. Die Bündelzone besitzt sehr zahlreiche Bündel, die nur gering verholzt sind, die Libriformbündel dagegen ziemlich stark. Das zentrale Mark zeigt im unteren Teil geringeres Absterben, etwa zu $^1/_3$ bis $^1/_2$, im oberen Teil bleibt es vollkommen erhalten. Die markständigen Ölgänge rücken mehr in die Nähe der großen Bündel, auch ist ihre Zahl etwas größer.

Im ersten Gelenk findet sich nur eine Abweichung darin, daß das Mark etwas weiter abgestorben ist.

Im dritten Gelenk haben wir eine schwächere Verholzung als im zweiten. Das Mark ist im unteren Teil etwa zu $^1/_3$ bis $^1/_4$ abgestorben. Die primäre Rinde erscheint schmäler als in den anderen Gelenken.

Die mikroskopische Untersuchung ergab folgende Einzelheiten: Im Übergang vom Internodium zum Gelenk sind die Epidermiszellen gleichmäßig gebaut und besitzen verdickte Membranen. Die primäre Rinde ist in den beiden hypoder-

malen Schichten kleinzellig und schwach kollenchymatisch verdickt. Die übrige primäre Rinde zeigt großzelliges und dünnwandiges Parenchym. Die Kollenchymstränge liegen vor den großen Bündeln und sind von der Epidermis durch zwei Zellschichten getrennt. In ihrer Ausbuchtung befinden sich Ölgänge. Im Ring zwischen den Bündeln liegen die sehr stark ausgebildeten und verholzten Libriformbündel. Sie grenzen unmittelbar an die kleinen und mittleren Bündel. Von den großen sind sie durch drei bis vier Zellschichten getrennt. Die Zellen dieser Schichten sind klein, dickwandig und stark verholzt. In den Bündeln finden wir im Sekundärholz starke Verholzung, die im Primärholz dagegen vollkommen fehlt. Vor dem Siebteil liegen schwache kollenchymatische Fasersicheln, vor dem Gefäßteil schwach verholzte Fasersicheln. Das periphere Mark, angrenzend an die Libriformbündel und an die zwei bis drei Zellschichten um die großen Bündel, ist kleinzellig und besitzt verholzte Membranen, das anschließende Mark ist großzelliger und schwach verholzt. Vor den großen Bündeln in einiger Entfernung Ölgänge. Das zentrale Mark ist dünnwandig, innen schon verschwunden.

Im Gelenk, dessen Dicke im Querschnitt 10,5 mm beträgt, ist die primäre Rinde breiter. Die Libriformbündel und das Sekundärholz der Bündel zeigen nur schwache Verholzung. Das periphere Mark ist nicht verholzt und das zentrale nur wenig abgestorben.

Im Übergang zum Knoten wird die primäre Rinde wieder schmäler. In den Bündeln und in den Libriformbündeln ist hier die Verholzung sehr weit fortgeschritten, stärker als im Übergang zum Internodium, desgl. im peripheren Mark. Das zentrale Mark ist ganz erhalten.

Im Knoten haben wir eine sehr schmale primäre Rinde. Die Bündel verzweigen sich, das Mark erscheint dickwandiger. Die Bündelzone und das periphere Mark sind vollständig verholzt.

Das untere Gelenk ist kräftiger entwickelt. Die primäre

Rinde breiter, die Verholzung in den Übergängen noch weiter fortgeschritten, im Gelenk selbst auch etwas. Das periphere Mark ist überall kleinzellig und dickwandig, das zentrale im Übergang vom Internodium und dem Gelenk sehr stark abgestorben, im Übergang zum Knoten weniger, im Knoten vollständig erhalten.

Das dritte Gelenk zeigt keine so starke Entwicklung. Die Verholzung ist viel schwächer, besonders im Gelenk. Das zentrale Mark auch im Gelenk noch erhalten, nur in der Mitte wenig verschwunden.

Frischuntersuchung.

1) Auf Chlorophyll am 8. 5. 1915.

Entwicklungszustand wie in der am 7. 5. konservierten Pflanze. Untersucht das zweite Internodium und das zweite Gelenk.

In beiden dieselbe Verteilung. Dunkelgrüne Färbung in den hypodermalen Zellschichten, vor allem in der dritten, und auch in den Bündeln. Weniger Chlorophyll in der Stärkescheide und in der Zellschicht um die Kollenchymstränge.

2) Auf reduzierenden Zucker am 30. 7. 1915.

Ein ausgewachsenes Exemplar, das keine Blüten mehr trug, 1,50 m hoch. Internodien verholzt und unbiegsam.

Untersucht an einem sonnigen Vormittage das zweite Internodium und das zweite Gelenk.

Am meisten Zucker in der Bündelzone und in den Bündeln. Die Reaktion mit Fehlingscher Lösung ergab hier einen intensiv ziegelroten Niederschlag. Auch in der Zellschicht um die Ölgänge und die Kollenchymstränge. In der übrigen primären Rinde Niederschlag nicht so stark, am wenigsten Färbung im Mark.

Im Gelenk mehr Zucker als im Internodium, nach dem Knoten hin noch Zunahme der Menge, hier auch ziemlich viel im Mark.

Untersuchung des konservierten Materials.

Konserviert am 14. 6. 1915.

Morphologie s. S. 89.

Nach dem Konservieren: Die beiden untersten Internodien grünlich, das zweite Gelenk dunkler. Die jüngeren Internodien braun, die Gelenke dunkler.

Zweites Internodium. 12 cm unter dem Knoten geschnitten.

Stärke. Lupenbild: Stärkescheide schwach blau gefärbt. Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln mit tiefblauer Färbung. Nicht so stark im peripheren kleinzelligen Mark zwischen den Bündeln und um die großen, ebenso in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der ein- zum Teil zweischichtigen Stärkescheide dunkelblaue Färbung. Zellen im Bündelring zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln tief dunkelblau gefärbt. Ebenso das kleinzellige Mark in zwei Schichten um die großen Bündel. Das übrige Mark zwischen den Bündeln mit intensiver Blaufärbung. Die Bündel: In den großen Sekundärholz tiefblau, Primärholz hellblau gefärbt. In den mittleren Bündeln weniger, in den kleinen nur in den äußeren verholzten Zellen Blaufärbung. Die markständigen Ölgänge von einer blau gefärbten Zellschicht umgeben.

Gerbstoff: Unter der Lupe Epidermis braun gefärbt. In der Ausbuchtung der Kollenchymstränge, um die Ölgänge und in der Zellschicht vor der Stärkescheide gelbbrauner Niederschlag, in den Bündeln schwache bräunliche Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis tiefbraun, hypodermale Schicht gelbbraun, die folgenden Schichten nur schwach gefärbt. Ebenso die Zellschicht um die Kollenchymstränge. In der Ausbuchtung Niederschlag intensiver (gelbbraun), und gleichfalls in der Zellschicht um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. In den Bündeln nur schwach bräunliche Färbung im Parenchym des Primärholzes.

Zweites Gelenk. Stärke. Lupenbild: Im Übergang zum Internodium zwischen den Bündeln und um diese Blaufärbung, in der Stärkescheide schwächer. Im Gelenk nur in der tiefblau gefärbten Stärkescheide. Im Übergang nach dem Knoten wieder im Mark, in der Stärkescheide dagegen nur schwache Färbung. Im Knoten selbst am meisten, hier zwischen den Bündeln und im peripheren Mark, auch um die markständigen Ölgänge tiefblaue Färbung. In der Stärkescheide keine Färbung.

Mikroskopische Untersuchung: Mit schwacher Vergrößerung im Übergang vom Internodium zum Gelenk eine einschichtige, selten zweischichtige, blau gefärbte Stärkescheide. Im Bündelring die Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln dunkelblau gefärbt, ebenso das Sekundärholz der Bündel und die Libriformbündel. Hellblau das periphere kleinzellige Mark, auch die Zellschichten um die großen Bündel, und die Zellschicht um die markständigen Ölgänge.

Bei stärkerer Vergrößerung Stärkescheide blau gefärbt; vor den großen Bündeln am stärksten, vor den Libriformbündeln zeitweilig unterbrochen. Im Bündelring die verholzten Zellen zwischen den Libriformbündeln und den Bündeln tiefblau gefärbt. Ebenso die verholzten Zellen zwischen den Libriformbündeln und den kleinen Bündeln. In den großen Bündeln zahlreiche periphere verholzte Zellen, in den kleinen weniger dunkelblau gefärbt. Die kleinzelligen verholzten Schichten des peripheren Marks, auch zwei Schichten um die großen Bündel hellblau. Schwache Blaufärbung noch in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge.

Im Gelenk selbst bei schwacher Vergrößerung eine meist zweischichtige tiefblau gefärbte Stärkescheide erkennbar. Im Bündelring und im peripheren kleinzelligen Mark nur ganz geringe Blaufärbung, um die großen Bündel etwas stärker, im Sekundärholz der Bündel ebenfalls. Auf der Sonnenseite Menge stärker als auf der Schattenseite.

Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide tiefblau gefärbt,

sehr stark ausgeprägt vor den großen Bündeln in den Kanten, Stärkescheide sehr häufig unterbrochen. In der Bündelregion zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln nur schwache Blaufärbung. An den großen Bündeln in den Kanten stärker, Zunahme auf der Sonnenseite. Hier auch im Primärholz der großen Bündel starke Blaufärbung, in den kleinen schwächer. Das periphere Mark nur in den zwei bis drei Zellschichten um die großen Bündel schwach blau gefärbt. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwach violett bis blau gefärbt.

Übergang zum Knoten. Mit schwacher Vergrößerung: Stärkescheide blau, ebenso Bündelring, das periphere verholzte kleinzellige Mark, Libriformbündel und Sekundärholz der Bündel. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge und das großzelligere periphere Mark hellblau gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide blau gefärbt, vor den großen Bündeln zwei-, sonst nur einschichtig. Blaufärbung auch in den unverholzten Zellen an den Seiten der Siebteile der großen Bündel. Im Bündelring: Im verholzten Teil der Bündel, in den Libriformbündeln, in den dazwischen liegenden verholzten Zellschichten, sowie im peripheren Mark in den den Bündeln anliegenden zwei bis drei Zellschichten blaue Färbung, ebenso in einem Zellkomplex in der Mitte des Primärholzes der großen Bündel. Im großzelligeren peripheren Mark zwischen den großen Bündeln und in zwei bis drei Zellschichten vor diesen hellere Färbung. Ebenfalls in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge.

Im Knoten: Im verholzten Teil der Bündel Blaufärbung. Noch intensiver im peripheren Mark um die Bündel und in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge. Das mehr nach innen liegende Mark und die zweite Zellschicht um die Ölgänge hellblau gefärbt.

Das absolute Maximum im Knoten. Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk auch ziemlich viel. Im Gelenk selbst Abnahme der Stärkemenge, vor allem in der Bündelzone. Im Übergang zum Knoten wieder Zunahme der Menge.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis und hypodermale Schicht mit braunem Niederschlag. Zellschicht um die Kollenchymstränge und um die Ölgänge sowie die Zellschicht vor der Stärkescheide gelb- bis hellbraun gefärbt. Bündel bräunlich-grün getönt. Im Gelenk selbst stärkerer Niederschlag. Im Mark um die Ölgänge hellbraune Färbung. Im zentralen Mark zahlreiche lebende Zellen um die Höhlung gelbbraun gefärbt. Im Übergang zum Knoten Abnahme der Gerbstoffmenge. Epidermis braun. Die hypodermalen Schichten sowie die Zellen um die Ölgänge und in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge hellbraun, die übrige Zellschicht um die Kollenchymstränge nur schwach braun gefärbt, ebenso die Zellschicht vor der Stärkescheide. In den Bündeln hellbraune Tönung. Im Knoten in der Epidermis brauner und in den hypodermalen Schichten hellerer Niederschlag, in den Bündeln bräunlichgrüne Färbung.

Bei schwacher Vergrößerung im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk in Epidermis und hypodermaler Schicht bräunlicher Niederschlag. Die Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide gelbbraun gefärbt. In den Bündeln bräunlichgrüne Färbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In Epidermis hellbrauner Niederschlag, vor den Kollenchymsträngen jedoch tiefbraun. Die primäre Rinde in den zwei bis drei hypodermalen Schichten schwach hellbraun gefärbt, ebenso in der Zellschicht um die Kollenchymstränge. In der Ausbuchtung und in der Zellschicht um die Ölgänge intensiv hellbrauner Niederschlag. Zwei Zellschichten vor der Stärkescheide hell- bis gelbbraun gefärbt. Im Gefäßteil der Bündel ein bräunlich grüner Ton, vor allem im Gefäßparenchym des Primärholzes.

Im Gelenk: Bei schwacher Vergrößerung braune Epidermis. In den hypodermalen Schichten, der Zellschicht um die Kollenchymstränge und vor der Stärkescheide hellbrauner Niederschlag. Im Gefäßteil der Bündel, besonders der kleinen,

bräunliche Färbung. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge, sowie zahlreiche Zellen des lebenden zentralen Marks gelbbraun gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Epidermis tiefbraune Färbung. Die hypodermale Schicht hellbraun, vor den Kollenchymsträngen dunkelbraun. In den beiden folgenden Schichten gelbbrauner Niederschlag, vor den Kollenchymsträngen dunkler. Zellschicht um die Kollenchymstränge hellbraun, in der Ausbuchtung dunkler. Die Zellschicht unmittelbar um die Ölgänge hellbraun, die angrenzenden Schichten gelbbraun gefärbt. In der Zellschicht vor der Stärkescheide hell- bis dunkelgelbbrauner Niederschlag, z. T. auch in der Stärkescheide selbst. In den kleinen Bündeln im Gefäßparenchym die Zellen dunkel- bis hellbraun getönt. In den großen nur wenig. Im Mark in den Zellen um die Ölgänge, sowie in zahlreichen lebenden Zellen des zentralen Teiles um die Höhlung gelbbrauner Niederschlag.

Im Übergang zum Knoten: Bei schwacher Vergrößerung eine braun gefärbte Epidermis. Die hypodermalen Schichten gelbbraun, ebenso die Zellschicht vor der Stärkescheide und in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge. Im Gefäßteil der kleinen Bündel und auch der mittleren bräunliche Färbung.

Bei stärkerer Vergrößerung: Epidermis hell- bis dunkelbraun gefärbt. Die hypodermale Schicht schwach gelbbraun, ebenso die Zellschicht in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge. Ganz schwach nur die Gerbstoffausfällung um die Ölgänge. In der Zellschicht vor der Stärkescheide zahlreiche gelbbraun gefärbte Zellen. In den kleinen und mittleren Bündeln im Primärholz das Gefäßparenchym braun gefärbt.

Im Knoten selbst Epidermis braun, die hypodermale Schicht schwach gelbbraun gefärbt. Intensiver die Zellschicht in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge und die dazu gehörigen Zellen der Zellschicht vor der Stärkescheide. Im Primärholz der Bündel braune Färbung.

Das absolute Maximum im Gelenk. Auffallend ist hier das starke Auftreten des Gerbstoffs in den lebenden Zellen des zentralen Marks. Diese Erscheinung findet sich nur noch im dritten Gelenk dieser Pflanze. In den Übergängen weniger Gerbstoff. Zunahme hauptsächlich in der primären Rinde.

Erstes Internodium. Stärke. Lupenbild: Stärkescheide blau gefärbt, tiefblaue Färbung in den Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln, sowie in beiden. Zwei Zellschichten um die Bündel in den äußersten Schichten des peripheren Marks blau, die angrenzenden Schichten des Marks zwischen den großen Bündeln heller gefärbt. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge und der Gefäßteil der Bündel blau gefärbt.

Mikroskopische Untersuchung: Blaufärbung der Stärkescheide. Das Sekundärholz der Bündel, die äußeren Schichten der Libriformbündel, die verholzten Zellen zwischen beiden tiefblau gefärbt. In zwei Zellschichten an den Seiten der großen Bündel, und in den unmittelbar an die Libriformbündel grenzenden Schichten des Marks Blaufärbung. Heller gefärbt die Zellen des peripheren Marks zwischen den Gefäßteilen der großen Bündel. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge blau gefärbt.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun, die hypodermalen Schichten heller. In der Ausbuchtung der Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide gelbbrauner Niederschlag, in den Bündeln bräunlicher Ton.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, in den beiden hypodermalen Schichten schwach gelbbrauner Niederschlag, in der ersten zahlreiche Zellen mit tiefbraunen Gerbstofftröpfchen. Um die Kollenchymstränge nur schwache Färbung. In der Ausbuchtung und um die Ölgänge deutlich gelbbrauner Niederschlag. In den beiden Zellschichten vor der Stärkescheide schwach bis intensiv gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln im Siebteil und im Primärholz

bräunlich grüner Ton. Auf der Schattenseite vor der Stärkescheide und um die Ölgänge nur schwache Färbung.

Erstes Gelenk. Stärke. Lupenbild: Unmittelbar unter dem Gelenk im Internodium Stärkescheide blau gefärbt. Im Bündelring zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln tiefblaue Färbung. Im Sekundärholz der Bündel Blaufärbung. Tiefblau die Zellen der ersten zwei Schichten des peripheren Marks. Die übrigen Schichten zwischen den großen Bündeln heller gefärbt, auch die Schichten um die markständigen Ölgänge. Im Gelenk in der Stärkescheide und im kleinzelligen peripheren Mark Blaufärbung. Tief dunkelblau gefärbt die Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln. Im Sekundärholz der großen Bündel schwache Blaufärbung. Im Übergang zum Knoten starke Zunahme. In der Stärkescheide keine Färbung. In den Bündeln und zwischen ihnen, auch in zwei bis drei Zellschichten des peripheren Marks tiefdunkelblaue Färbung. Im anschließenden Mark die Zellen blau bis violett gefärbt, ebenso um die markständigen Ölgänge. Dieselben Verhältnisse im Knoten.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk die ein- zum Teil zweischichtige Stärkescheide blau gefärbt, einige Zellen farblos. In der Bündelregion dunkelblaue Färbung, in den Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln, im Sekundärholz der Bündel und in der äußeren Schicht der Libriformbündel. Die beiden um das Primärholz der Bündel liegenden kleinzelligen Schichten des peripheren Marks blau gefärbt. Im Primärholz der großen Bündel schwache Färbung. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge blau bis violett.

Im Gelenk in der Stärkescheide dunkelblaue Färbung, vor den großen Bündeln zwei- sonst nur einschichtig, auch oft unterbrochen. In den Bündeln in einigen verholzten Zellen, in den Libriformbündeln in den an die primäre Rinde grenzenden Schichten, vor allem aber in den Zellen zwischen Bündeln und Libriformbündeln eine tiefdunkelblaue Färbung.

Im peripheren Mark in den drei bis vier Zellschichten und in zwei Schichten um die großen Bündel blaue Färbung, ebenso in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge. Im Primärholz der großen Bündel nur schwache Blaufärbung. Im Übergang zum Knoten erhebliche Zunahme. In der Stärkescheide nur schwach blau-violette Färbung. In den Bündeln, zwischen ihnen und in zwei bis drei Zellschichten des Marks um sie blauschwarze Färbung, auch in den Libriformbündeln, die folgenden Schichten des Marks bis zu den Ölgängen intensiv blau bis violett gefärbt, die Schicht um die Ölgänge blau.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten. Im Gelenk wenig, im Übergang zum Internodium ein zweites Maximum.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk in der Epidermis und den hypodermalen Schichten brauner-hellbrauner Niederschlag. Zellschicht um die Kollenchymstränge und die Ölgänge gelbbraun, Zellschicht vor der Stärkescheide schwächer gefärbt. In den Bündeln im Gefäßteil hellbrauner Ton. Im peripheren Mark vor den Bündeln schwach gelbbrauner Niederschlag.

Im Gelenk Epidermis und die hypodermalen Schichten braun gefärbt. In den folgenden zwei Schichten, sowie in der Schicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide hellerer Niederschlag. In den Bündeln im Gefäßteil bräunlicher Ton. Im peripheren Mark in unmittelbarer Nähe der Bündel gelbbrauner Niederschlag, im Übergang zum Knoten wieder Abnahme. Epidermis und die hypodermalen Schichten braun. Um die Ölgänge und in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln hellbraune Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun. In der primären Rinde in der hypodermalen Schicht hellbrauner Niederschlag in der folgenden Schicht nur schwach. In der ersten Schicht auch häufig tiefbraune Gerbstofftröpfchen. Die Zell-

schicht um das Kollenchym und um die Ölgänge sowie die Zellschicht vor der Stärkescheide und auch diese selbst z. T. schwach gelbbraun gefärbt. In den Bündeln das innere Parenchym des Gefäßteils von bräunlich-grüner Tönung. Auf der Sonnenseite Zunahme der Gerbstoffmenge, vor allem in der primären Rinde. Hier in den gerbstoffführenden Zellen intensiv gelb- bis hellbrauner Niederschlag. Vor dem Gefäßteil der großen und mittleren Bündel einige angrenzende Zellen des Marks gelbbraun gefärbt.

Im Gelenk: Epidermis braun. In der primären Rinde die hypodermale Schicht hell- bis dunkelbraun, zahlreiche Zellen mit tiefbraunen Gerbstofftröpfchen. In den beiden folgenden Schichten gelb- z. T. auch hellbrauner Niederschlag, in der Nähe der Kollenchymstränge am stärksten. Die Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und ein- bis zwei Schichten vor der Stärkescheide gelbbraun gefärbt, in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge stärker. Im Primärholz der Bündel bräunlich-grüne Tönung, im Mark in mehreren Schichten, vor den einzelnen Bündeln in wechselnder Zahl, gelbbrauner Niederschlag.

Im Übergang zum Knoten starke Abnahme. Epidermis hellbraun, vor den Kollenchymsträngen dunkler. Die primäre Rinde, die beiden hypodermalen Schichten schwach gelbbraun gefärbt. In der Zellschicht um die Kollenchymstränge nur geringer Niederschlag, in der Ausbuchtung stärker auch um die Ölgänge, in der Zellschicht vor der Stärkescheide kaum wahrnehmbar. Im Parenchym des Primärholzes der Bündel hellbraune Tönung. Im Knoten wie im Übergang.

Das absolute Maximum im Gelenk. Starke Abnahme im Übergang zum Knoten nach dem Internodium zu schwächer.

Drittes Internodium. Stärke. Lupenbild: Die Stärkescheide mit Blaufärbung. Zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln sowie um die Bündel intensive Dunkel-Blaufärbung, im peripheren Mark und um die markständigen Ölgänge heller.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der ein- bezw. zweischichtigen und häufig unterbrochenen Stärkescheide Blaufärbung. Zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln, im Sekundärholz der großen Bündel und in zwei Zellschichten des Marks um die Bündel tief dunkelblaue Färbung. Die an die Libriformbündel grenzenden zwei Schichten des Marks heller gefärbt, ebenso das Primärholz der großen Bündel. Auch in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge nur eine schwache Färbung.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis und hypodermale Schicht tiefbraun. Zellschicht um die Kollenchymstränge, die Ölgänge und vor der Stärkescheide hellbraun bis braun. Bündel im Gefäßteil mit bräunlicher Tönung. Im Mark schwache Färbung in der Nähe der großen Bündel und um die Ölgänge.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, die hypodermale Schicht hellbraun, die folgenden zwei Schichten gelbbraun gefärbt. In der Zellschicht um die Kollenchymstränge um die Ölgänge und in zwei Schichten vor der Stärkescheide intensiv hellbrauner Niederschlag. Im Primärholz der Bündel bräunliche Tönung. Im Mark schwach gelbbrauner Niederschlag in der Nähe der großen Bündel und um die Ölgänge.

Drittes Gelenk. Stärke. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Stärkescheide schwach blau gefärbt, desgl. die Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln, und das Mark unmittelbar um die großen Bündel. Im Gelenk nur in der zweischichtigen Stärkescheide intensive Blaufärbung. Im Übergang zum Knoten im Sekundärholz Blaufärbung, schwächer im peripheren Mark in Bündelnähe. Im Knoten in den Bündeln und um diese tiefe Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk in der oft unterbrochenen einschichtigen Stärkescheide Blaufärbung. In den großen Bündeln die inneren Zellen des Sekundärholzes tiefblau, das primäre Holz hell-

blau gefärbt. Die Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln, sowie zwei bis drei Zellschichten um die Bündel, und zwei bis drei Zellagen des peripheren Marks, an die Libriformbündel grenzend, außerdem noch die Schicht um die markständigen Ölgänge blau gefärbt.

Im Gelenk Stärkescheide zweischichtig und tiefblau gefärbt. In den großen Bündeln im Siebteil schwache Blaufärbung, im Primärholz stärker. Um die markständigen Ölgänge schwache blau-violette Färbung. In den Bündeln Färbung nur auf der Sonnenseite.

Im Übergang zum Knoten in den Bündeln im Sekundärholz Blaufärbung. Im peripheren, unmittelbar an die Bündel grenzenden Mark blau-violette Färbung, um die Ölgänge etwas dunkler. Im Knoten zwischen den Bündeln, in ihnen und im gesamten peripheren Mark Blaufärbung.

Das absolute Maximum im Knoten. Ein zweites Maximum im Übergang zum Internodium, im Gelenk Abnahme.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun die hypodermalen Schichten heller. Um die Kollenchymstränge, die Ölgänge und vor der Stärkescheide schwacher Niederschlag. In den Bündeln bräunlicher Ton. Im Gelenk: Epidermis und hypodermale Schicht braun, in der folgenden, sowie um die Kollenchymstränge, die Ölgänge und vor der Stärkescheide hellbrauner Niederschlag. In den Bündeln dunkelbraune Färbung. Im peripheren Mark um die Bündel schwacher brauner Niederschlag. Hellbraune Färbung um die markständigen Ölgänge und sehr auffallend im lebenden Mark um die Höhlungen. Im Übergang zum Knoten Epidermis braun, die hypodermale Schicht heller gefärbt. Im Bündel hellbraune Tönung, ebenso im Knoten.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk braun gefärbte Epidermis. In der primären Rinde die hypodermale Schicht hellbraun, die folgende schwach hellbraun, vor den Kollenchymsträngen dunkler. Gelbbraun

gefärbt die Zellschicht um die Kollenchymstränge (besonders intensiv in der Ausbuchtung), um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. In den Bündeln das Parenchym des Primärholzes hellbraun bis braun gefärbt, in den großen Bündeln weniger.

Im Gelenk: Epidermis tiefbraun. Die hypodermale Schicht braun, in den folgenden drei Schichten gelbbrauner Niederschlag. Hellbraune Färbung in der Zellschicht um die Kollenchymstränge, und um die Ölgänge. Die zweite Schicht um beide gelbbraun gefärbt. In der Zellschicht vor der Stärkescheide hell- bis gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln das Primärholz dunkelbraun gefärbt, in den großen Bündeln weniger als in den kleinen. Im Mark um die großen und mittleren Bündel zahlreiche Zellen gelbbraun gefärbt, ebenso die Zellschicht um die Ölgänge. Im zentralen Mark die lebenden Zellen um die Höhlungen in mehreren Schichten gelb bis gelbbraun.

Im Übergang zum Knoten Epidermis braun. Hypodermale Schicht hellbraun, Zellen um die Ölgänge und in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge gelbbraun. In den Bündeln des Primärholzes bräunlich grüne Tönung. Im Knoten wie im Übergang.

Das absolute Maximum im Gelenk. Auffällig ist hier das starke Auftreten von Gerbstoff im zentralen Mark. Nach dem Internodium zu Abnahme allmählich, nach dem Knoten zu sehr schroff.

Übersicht:

a) Stärke: Stets im Internodium und vor allem im Knoten mehr Stärke als im Gelenk. In den jüngeren Teilen Abnahme der Menge. Das Maximum also im untersten Internodium und Knoten. Von den Gelenken das erste das stärkereichste.

b) Gerbstoff: 1) In der Rinde: Im zweiten Gelenk das Maximum des Gerbstoffs, etwas weniger im ersten, noch weniger im dritten Gelenk. Das Minimum im ersten Inter-

nodium. Im zweiten und dritten Internodium annähernd gleiche Mengen. Im dritten Gelenk die Menge kleiner als im dritten Internodium.

2) Im Mark: Im Internodium kein Gerbstoff, im Gelenk ziemlich viel und zwar Zunahme der Menge vom ersten nach dem dritten Gelenk.

3) Im Primärholz: Die Mengenverhältnisse schließen sich eng an Mark und Rinde an, nur erheblich kleinere Mengen. Die Unterschiede nicht so stark. Im Gelenk etwas mehr als im Internodium. Zunahme vom ersten nach dem dritten Gelenk.

Konserviert am 7. 5. 1915.

Untersucht eine 70 cm hohe Pflanze. Drei voll entwickelte Internodien 9, 22, 12,2 cm lang. Alle grün und biegsam, etwas dunkler unterhalb der noch nicht makroskopisch sichtbaren Gelenke. Auf den Internodien schwache rote Flecken. Keine Blüten, nur eine obere Knospe. Blätter gut entwickelt.

Nach dem Konservieren: Alle Teile hellgrün, Gelenke dunkler und äußerst weich.

Die Dickenverhältnisse: 1) 9,5, 9,5, 10, 9 mm, 2) 8,5, 9, 9, 8 mm, 3) 7, 7, 7, 6 mm.

Zweites Internodium. Anatomie: Keine Verholzung, Libriformbündel deutlicher hervortretend.

Stärke. Lupenbild: Nur in der Stärkescheide Blaufärbung.

Unter dem Mikroskop eine meist ein- selten zweischichtige Stärkescheide, an vielen Stellen unterbrochen dunkelblau gefärbt.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun. Gelbbrauner Niederschlag in der hypodermalen Schicht, in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge, um die Ölgänge, im Bündelring und dem peripheren Mark um die Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, die beiden hypodermalen Schichten gelbbraun. Ganz schwacher Nieder-

schlag in der Zellschicht um die Kollenchymstränge. Intensiv gelbbraun gefärbt die Zellen in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge, um die Ölgänge, in zahlreichen Zellen der Schicht vor der Stärkescheide, in anderen weniger. Im Bündelring die Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln intensiv gelbbraun gefärbt. Deutlich gefärbt auch die peripheren Schichten des Marks und zwei Schichten um die Bündel. In den Libriformbündeln hellbraune Tönung.

Zweites Gelenk. Anatomie: Alles noch unverholzt, Libriformbündel in der Ausbildung begriffen.

Stärke: Unter der Lupe in allen Schnitten Blaufärbung der Stärkescheide.

Bei stärkerer Vergrößerung auch in allen Schnitten (im Übergang vom Internodium, im Gelenk und im Übergang zum Knoten) eine tief dunkelblaue Färbung der meist zweischichtigen und oft unterbrochenen Stärkescheide.

Kein absolutes Maximum.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun, hellbrauner Niederschlag in den hypodermalen Schichten, in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge; schwach um die Ölgänge, im peripheren Mark um die Bündel und den Gefäßteil der Bündel. Im Gelenk: Epidermis braun, hypodermale Schichten hellbraun, ebenso um die Kollenchymstränge und Ölgänge. Das periphere Mark intensiv braun gefärbt, ebenso um die Bündel und in ihnen. Im Übergang zum Knoten braune Epidermis und hellere hypodermale Schichten. Die Zellen um die Ölgänge und in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge gelbbraun gefärbt. Im peripheren Mark gelbbrauner, um die großen Bündel heller Niederschlag. In den Bündeln bräunliche Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium, unmittelbar unter dem Gelenk in der Epidermis brauner, in den beiden hypodermalen Schichten gelbbrauner Niederschlag. Die Zellschicht um die Kollenchymstränge nur schwach gefärbt, in

der Ausbuchtung jedoch intensiv braun, ebenso die Schicht um die Ölgänge. Gelbbrauner Niederschlag in den Zellen zwischen den Bündeln und den Kollenchymsträngen, nicht so stark in der Zellschicht vor der Stärkescheide. Im Bündelring zwischen Bündeln und Libriformbündeln intensiv gelbbraune Färbung. Im peripheren Mark in den äußeren Zellschichten und in zwei Schichten um die Bündel nicht so starker Niederschlag. In den Libriformbündeln bräunliche Tönung.

Im Gelenk Epidermis tiefbraun, hypodermale Schicht gelbbraun, die folgende schwächer gefärbt. Ebenso die Schicht um die Kollenchymstränge. In der Ausbuchtung und um die Ölgänge Niederschlag stärker. Auch in der Zellschicht vor der Stärkescheide. In den Zellen zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln intensiv braune Färbung. In den Libriformbündeln hellbräunliche Färbung. Im peripheren Mark und in zwei Schichten um die großen Bündel gelbbraune Färbung. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunliche Färbung.

Im Übergang zum Knoten eine braun gefärbte Epidermis. Die beiden hypodermalen Schichten gelbbraun, ebenso die Zellschicht um die Kollenchymstränge, stärker in der Ausbuchtung, um die Ölgänge und in der ersten Zellschicht vor der Stärkescheide, in der zweiten Schicht schwächer. Zwischen den Bündeln und Libriformbündeln braun bis gelbbrauner Niederschlag, im peripheren Mark in mehreren Zellschichten und in zwei Schichten um die großen Bündel intensiv gelbbraune Färbung. Im Gefäßparenchym zahlreicher Bündel bräunliche Tönung.

Das absolute Maximum im oberen Teil des Gelenks nach dem Knoten zu. Im Übergang zum Internodium Abnahme.

Erstes Internodium. Anatomie: Schwache Verholzung, Libriformbündel eben hervortretend.

Stärke. Lupenbild: In der Stärkescheide Blaufärbung.

Bei mikroskopischer Betrachtung eine einschichtige, oft unterbrochene tiefblau gefärbte Stärkescheide.

Gerbstoff: Unter der Lupe Epidermis braun, in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge und um die Ölgänge sowie im peripheren Mark und um die großen Bündel gelbbraune Färbung.

Bei stärkerer Vergrößerung: Epidermis hellbraun. In der Ausbuchtung der Kollenchymstränge und den zwei Schichten um die Ölgänge tiefgelbbraune Färbung. Schwächer in der Zellschicht vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark zwischen den Bündeln und in zwei bis drei Zellschichten um sie schwache gelbbraune Färbung. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunlich grüne Tönung.

Erstes Gelenk. Anatomie: Stärkere Ausbildung der Libriformbündel. In den Bündeln schwache Verholzung.

Stärke. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Blaufärbung, ebenfalls im Gelenk. Im Übergang zum Knoten intensiver.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk und in diesem Stärkescheide zweischichtig und blau gefärbt. Mitunter aber nur einschichtig im Gelenk. Im Übergang zum Knoten zweischichtige Stärkescheide tiefblau gefärbt.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten, nach dem Internodium zu nur wenig mehr als im Gelenk.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun. Gelbbrauner Niederschlag in den hypodermalen Schichten, den Zellen um die Ölgänge und in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge. In der Bündelregion zwischen den Bündeln im peripheren Mark und im Mark um die großen Bündel. Im Gelenk selbst Niederschlag dunkler, vor allem um die Ölgänge und im peripheren Mark. Im Übergang zum Knoten wieder Abnahme der Färbung wie im Übergang zum Internodium.

Bei stärkerer Vergrößerung unmittelbar unter dem Gelenk hellbraune Epidermis. Die hypodermale Schicht schwach gelbbraun, desgl. die Zellschicht und die Kollenchymstränge. In-

tensiv braune Färbung in den Zellen, in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge, in mehreren Schichten um die Ölgänge und in der Zellschicht vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark und vor den Bündeln gelbbrauner Niederschlag. Im Gefäßparenchym der Bündel schwachbräunlich-grüne Tönung.

Im Gelenk Epidermis braun. Die primäre Rinde in der hypodermalen Schicht gelbbraun, in der zweiten Schicht und in der Schicht um die Kollenchymstränge nur schwacher Niederschlag. In der Ausbuchtung und in mehreren Schichten um die Ölgänge, sowie in zwei Schichten vor der Stärkescheide intensiv tiefbraune Färbung, desgl. auch im peripheren Mark zwischen den Bündeln und in drei Schichten vor dem Gefäßteil der großen Bündel. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunlich-grüne Tönung.

Im Übergang zum Knoten: Epidermis hellbraun, in der primären Rinde in der hypodermalen Schicht schwach gelbbrauner Niederschlag, auch in der Zellschicht um die Kollenchymstränge, stärker in der Ausbuchtung und um die Ölgänge. Die Zellschichten vor der Stärkescheide schwach, z. T. stärker gelbbraun gefärbt. Im peripheren Mark zwischen den Bündeln und den zwei Zellschichten um die größeren Bündel gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln im Gefäßparenchym bräunlich-grüne Tönung.

Das absolute Maximum im Gelenk, in den Übergängen geringe Abnahme.

Drittes Internodium. Anatomie: Keine Verholzung.

Stärke. Lupenbild: Intensive Blaufärbung in der Stärkescheide. Mikroskopisch: Dunkelblaue Färbung in der meist einschichtigen und häufig unterbrochenen Stärkescheide.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun, hypodermale Schichten und in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge, auch im peripheren Mark intensiv gelbbrauner Niederschlag. Um die Bündel heller, ebenso in den Zellen der Stärkescheide.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun. In den beiden hypodermalen Schichten sowie in der Schicht vor der Stärkescheide und um die Ölgänge schwach gelbbrauner Niederschlag. In der Ausbuchtung der Kollenchymstränge stärker. Im peripheren Mark zwischen Bündeln und Libriformbündeln intensiv gelbbrauner Niederschlag, schwächer vor den Libriformbündeln und in zwei Schichten um den Gefäßteil der Bündel. Im Gefäßparenchym der Bündel hellbraune Tönung. In der Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwache Gelbfärbung.

Drittes Gelenk. Gelenk makroskopisch nicht erkennbar.

Anatomie: Mark vollständig erhalten, keine Verholzung.

Stärke. Lupenbild: In einem Teil nur in der Stärkescheide Blaufärbung und zwar gleichmäßig stark.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk und in diesem Stärkescheide einschichtig, häufig unterbrochen und blau gefärbt. Im Übergang zum Knoten meist zweischichtig, wenig unterbrochen und dunkelblau gefärbt.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten; im Übergang zum Internodium keine Zunahme.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun, die hypodermalen Schichten heller. Das periphere Mark in den äußersten Schichten von intensiv brauner Färbung, die anschließenden Schichten und um die großen Bündel schwach gelbbraun. Im Gelenk: Epidermis und hypodermale Schichten braun, etwas heller die Schicht um die Kollenchymstränge und um die Ölgänge. Intensiv braune Färbung im peripheren Mark, nach innen und um die großen Bündel heller. Um die markständigen Ölgänge auch schwacher Niederschlag. Im Übergang zum Knoten dasselbe Bild, nur geringe Abnahme.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk hellbraune Epidermis. In der primären

Rinde die beiden hypodermalen Schichten gelbbraun gefärbt. Um die Kollenchymstränge Niederschlag nur gering, aber in der Ausbuchtung stärker, um die Ölgänge und in der Zellschicht vor der Stärkescheide nur schwach. Im peripheren Mark und vor allem in den Zellen der Libriformbündel intensiv gelbbrauner Niederschlag. Schwächer gefärbt die Zellen der beiden benachbarten Schichten um die großen Bündel. Im Gefäßparenchym der Bündel hellbraune Tönung. In der Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwach gelbliche Färbung.

Im Gelenk Epidermis braun gefärbt. In den beiden hypodermalen Schichten intensiv gelbbrauner Niederschlag. Die Zellschicht um die Kollenchymstränge in der Ausbuchtung, auf der Seite nach der Epidermis zu weniger stark, ebenso die Zellschicht um die Ölgänge, zwischen den Kollenchymsträngen und Bündeln, und zwei Zellschichten vor der Stärkescheide gelbbraun gefärbt. Im peripheren Mark in den äußersten Schichten zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln z. T. in diesen selbst intensiv braune Färbung. Die angrenzenden Schichten sowie zwei Schichten um die Bündel deutlich gelbbraun gefärbt. Im Gefäßparenchym der Bündel hellbraune Tönung. Das übrige großzellige Mark zwischen den großen Bündeln schwach gefärbt. Um die markständigen Ölgänge zwei gelb gefärbte Zellschichten.

Im Übergang zum Knoten Epidermis braun, die hypodermale Schicht hellbraun. Die folgende Schicht intensiv hellbraun. In der dritten bis vierten Schicht schwache Färbung. Die Zellschicht um die Kollenchymstränge hellbraun, sehr intensiv in der Ausbuchtung. Starker gelbbrauner Niederschlag um die Ölgänge und in zahlreichen Zellen der Schichten vor der Stärkescheide, in anderen weniger stark. Im peripheren Mark, vor allem in unmittelbarer Nähe der Bündel intensiv braune Färbung. In den anschließenden Schichten und in zwei Schichten um den Gefäßteil der Bündel gelbbrauner Niederschlag. Im Gefäßparenchym der Bündel hell-

braune Tönung. Um die markständigen Ölgänge schwache Gelbfärbung.

Das absolute Maximum im Gelenk und im Übergang zum Knoten, hier jedoch etwas weniger.

Übersicht:

a) Stärke: Stärkemenge relativ gering, nur in der Stärkescheide. Zunahme der Menge vom Internodium nach dem Knoten hin. Am meisten Stärke in der ersten Knotenpartie, nach oben Abnahme.

b) Gerbstoff: 1) Rinde: Im Gelenk stets mehr als im entsprechenden Internodium, am meisten im ersten und dritten Gelenk, weniger im zweiten. Im ersten Internodium am meisten, im zweiten am wenigsten.

2) Mark: Im ganzen mehr als in der Rinde, sonst die gleichen Verhältnisse, nur in den Internodien die gleiche Menge, und Zunahme in den Gelenken vom ersten nach dem dritten.

3) Primärholz: In den Gelenken stets mehr. In Internodien und Gelenken Zunahme von unten nach oben.

Über den Niederschlag ist im allgemeinen noch zu bemerken, daß er im ersten Gelenk verwaschen aussieht, besonders im Mark, in der primären Rinde nicht so stark. Dies hat seinen Grund darin, daß das Mark in der Streckung begriffen ist, während die primäre Rinde noch nicht damit begonnen hat. Im obersten Gelenk erscheint der Niederschlag sehr rein und klar, vor allem im Mark. Das Gelenk ist kurz und ungestreckt. In der primären Rinde tritt verhältnismäßig wenig Gerbstoff auf, da sie noch sehr jung ist. Das zweite Gelenk steht in der Entwicklung zwischen beiden. Der Gerbstoffniederschlag ist hier ziemlich deutlich.

Konserviert am 27. 5. 1915.

Untersucht eine 1,27 m hohe Pflanze. Internodien schwach rot gefleckt und biegsam, sonst hellgrün. Die Blätter entwickelt, die unteren etwas vergilbt. Gelenke deutlich mit

bloßem Auge erkennbar. Beginn der Blüte. Fünf Internodien ausgebildet, ihre Länge: 24, 30, 24, 18, 12 cm.

Nach dem Konservieren: Internodien hell-, die Gelenke dunkelbraun, nach dem Knoten hin helle Zone.

Die Dickenverhältnisse 1) 10, 12, 13, 12 mm, 2) 10,5, 12, 13, 12 mm, 3) 9, 11, 12, 11 mm.

Zweites Internodium. Anatomie: Libriformbündel stark verholzt, auch in den Bündeln Verholzung weit fortgeschritten.

Stärke. Lupenbild: Deutliche Blaufärbung der Stärkescheide. Unter dem Mikroskop eine ein- oft zweischichtige blau gefärbte Stärkescheide.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun, die hypodermale Schicht heller. Gelbliche Färbung um die Kollenchymstränge und die Ölgänge. Mehr bräunlich in der Zellschicht vor der Stärkescheide, auf der Schattenseite nur schwach. Im peripheren Mark zwischen den Bündeln und um sie schwache gelbbraune Färbung. In den Bündeln bräunlichgelbe Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, die beiden Hypodermalen dunkel gelbbraun gefärbt, die Schicht um die Kollenchymstränge nur schwach. In der Ausbuchtung, um die Ölgänge und in der Zellschicht vor der Stärkescheide gelbbrauner Niederschlag. Im großzelligen peripheren Mark und in zwei Schichten um die Bündel schwach gelbe Färbung. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunlich-grüne Tönung, besonders in den kleinen Bündeln.

Zweites Gelenk. Anatomie: In den Übergängen zum Gelenk in den Bündeln und den Libriformbündeln schwache Verholzung, im Gelenk nur in dem letzteren. Zentrales Mark großzellig und dünnwandig, z. T. abgestorben.

Stärke. Lupenbild: Deutliche Blaufärbung in allen drei Schnitten.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk in der zweischichtigen zeitweilig unterbrochenen Stärkescheide intensive Blaufärbung. Färbung im

Gelenk und vor allem im Übergang zum Knoten stärker, auch Stärkescheide nur wenig unterbrochen.

Maximum im Übergang zum Knoten.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis und hypodermale Schichten hellbraun gefärbt. In der Zellschicht in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge und im peripheren Mark zwischen den Bündeln und um die großen Bündel gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln bräunliche Tönung. Im Gelenk Epidermis braun, heller die hypodermalen Schichten. Färbung um die Kollenchymstränge und Ölgänge gelblich braun. Im peripheren Mark und um die Bündel intensiv gelbbrauner Niederschlag. Schwach auch um die markständigen Ölgänge. In den Bündeln bräunliche Tönung. Im Übergang zum Knoten Niederschlag an denselben Stellen, aber schwächer.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis hellbraun. In der primären Rinde die beiden hypodermalen Schichten gelbbraun gefärbt, schwacher Niederschlag in der Zellschicht um die Kollenchymstränge, in der Ausbuchtung etwas stärker, ebenso in einzelnen Zellen der Zellschicht vor der Stärkescheide. Das periphere Mark in den äußeren kleinzelligen Schichten und in zwei Schichten um die Bündel intensiv gelbbraun gefärbt, in den angrenzenden größeren Schichten nur schwach. In der Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwache Gelbfärbung. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunliche Tönung.

Im Gelenk in der Epidermis tiefbrauner Niederschlag. In der primären Rinde die hypodermale Schicht hellbraun, die folgende schwächer gefärbt, gleichfalls die Zellschicht um die Kollenchymstränge. In der Ausbuchtung intensiv gelbbrauner Niederschlag. Eine schwach gelbe, verwaschene Färbung in der Zellschicht um die Ölgänge, in den Zellen zwischen den Kollenchymsträngen und den Bündeln, sowie in der Zellschicht vor der Stärkescheide, in einigen Zellen jedoch intensiv gelbbraun. Im Bündelring zwischen den Bündeln und

Libriformbündeln intensiv gelbbrauner Niederschlag, ebenfalls im peripheren Mark, und in zwei Zellschichten um die großen Bündel. In dem zwischen den Bündeln liegenden großzelligen Mark etwas schwächer bemerkbar. Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwach gelb gefärbt.

Im Übergang zum Knoten Epidermis hellbraun, die hypodermale Schicht gelbbraun, die folgende Schicht schwächer. Ebenso um die Kollenchymstränge, in der Ausbuchtung stärker gelbbraun. Zellschicht um die Ölgänge und vor der Stärkescheide gelb gefärbt. Peripheres Mark und zwei Zellschichten um die Bündel gelbbraun. In den Bündeln schwach bräunlich grüne Tönung. Um die markständigen Ölgänge schwach gelbliche Färbung.

Das absolute Maximum im Gelenk, nach dem Internodium zu starke Abnahme, nach dem Knoten zu geringer.

Erstes Internodium. Anatomie: Sehr starke Verholzung in den Bündeln und den Libriformbündeln. Das Mark zwischen ihnen kleinzellig und stark verdickt.

Stärke. Lupenbild: Schwache Blaufärbung in der Stärkescheide vor den Bündeln.

Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide einschichtig und nur vor den Bündeln blauviolett gefärbt.

Gerbstoff. Lupenbild: In der Epidermis starker brauner Niederschlag, weniger in den hypodermalen Schichten, um die Kollenchymstränge vor der Stärkescheide, und wenig im großzelligen peripheren Mark. In den Bündeln gleichfalls.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun gefärbt. In den beiden hypodermalen Schichten schwach gelblich brauner Niederschlag, auch um die Kollenchymstränge, die Ölgänge und in der Zellschicht vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark in den großzelligen Schichten um die Bündel schwache Gelbfärbung. In den Bündeln bräunlich-grüne Tönung. Ebenso um die markständigen Ölgänge.

Erstes Gelenk. Anatomie: Verholzung der Libri-

formbündel, weniger der Bündel im Gelenk. Sehr starke Verholzung in den Übergängen, besonders nach den Knoten hin.

Stärke. Lupenbild: Nur in der Stärkescheide Blaufärbung. Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk, im Gelenk deutlich und im Übergang zum Knoten tiefblau.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Blaufärbung in der einschichtigen, vor den Bündeln deutlich sichtbaren Stärkescheide. Im Gelenk intensive Blaufärbung in der, vor den großen Bündeln, zweischichtigen Stärkescheide. Im Übergang zum Knoten wie im Gelenk, aber noch dunkler, Färbung auch vor den kleinen Bündeln.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten. Nach den Internodien zu allmähliche Abnahme.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun, hypodermale Schicht, Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide mit schwach bräunlicher Färbung. Peripheres Mark zwischen den Bündeln und um die großen gelblich braun. Bündel mit bräunlicher Tönung. Im Gelenk Epidermis braun. Die hypodermale Schicht, um die Kollenchymstränge und um die Ölgänge, Zellschicht vor der Stärkescheide mit bräunlichem Niederschlag. Im peripheren Mark und um die Bündel gelbbraune Färbung. In den Bündeln bräunliche Färbung. Im Übergang zum Knoten Epidermis bräunlich, heller die hypodermalen Schichten, die Schichten um die Kollenchymstränge, wenig nur um die Ölgänge. Schwacher gelbbrauner Niederschlag im peripheren Mark und um die Bündel, jedoch nur im großzelligen Mark. In den Bündeln bräunliche Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun gefärbt, in den beiden hypodermalen Schichten gelbbrauner Niederschlag. Schwächer die Zellen um die Kollenchymstränge, gleichfalls die Zellen um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark die verdickten Zellen vor den Libriformbündeln gerb-

stoffrei, erst die folgende großzellige Schicht, und die Schicht um die Bündel gelblich braun gefärbt. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunlich grüne Tönung.

Im Gelenk Epidermis hellbraun, die hypodermale Schicht intensiv gelb gefärbt, die folgende etwas heller. In der Zellschicht um die Kollenchymstränge und um die Ölgänge schwach gelbbrauner Niederschlag, die Zellschicht vor der Stärkescheide intensiver gefärbt. Das kleinzellige periphere Mark gerbstoffrei, das großzellige zwischen den Bündeln und in zwei Schichten um die großen Bündel gelbbraun gefärbt. In den Bündeln bräunlich grüne Tönung.

Im Übergang zum Knoten Epidermis hellbraun, die beiden hypodermalen Schichten schwach gelb gefärbt. Geringer Niederschlag in der Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark nur in den großen Zellen zwischen den Bündeln schwach gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln im Gefäßparenchym bräunlich grüne Tönung.

Das absolute Maximum im Gelenk, in den Übergängen Abnahme der Menge.

Drittes Internodium. Anatomie: Libriformbündel stark verholzt, die Bündel nicht so stark. Das zwischen ihnen liegende Mark kleinzellig und dickwandig. Das zentrale Mark sehr weit abgestorben.

Stärke. Lupenbild: Blaufärbung in der Stärkescheide. Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide einschichtig vor den Bündeln und deutlich blau gefärbt, vor den Libriformbündeln oft unterbrochen oder nur schwach gefärbt.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun, hypodermale Schicht heller. Schicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide intensiv gelbbraun gefärbt, etwas schwächer das periphere Mark um den Gefäßteil der Bündel. In diesem schwach bräunliche Tönung. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge gelblich grün gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun. In den

beiden hypodermalen Schichten dunkel gelbbrauner Niederschlag. Gelbbraun gefärbt die Zellschichten um die Kollenchymstränge und zwei Schichten vor der Stärkescheide, etwas schwächer die Schichten um die Ölgänge. Im peripheren unverdickten Mark in unmittelbarer Nähe der Bündel und in den äußersten zwei Schichten gelbbrauner Niederschlag. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunlich grüne Tönung. Um die markständigen Ölgänge gelblich grüne Färbung.

Drittes Gelenk. Anatomie: In den Übergängen Verholzung der Libriformbündel, in den Bündeln noch nicht, und im Gelenk keine Verholzung.

Stärke. Lupenbild: In der Stärkescheide in allen drei Schnitten intensive Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In den Übergängen und im Gelenk vor den Bündeln eine zweischichtige Stärkescheide, dazwischen meist mehrschichtig. Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Stärkescheide deutlich dunkelblau gefärbt, im Gelenk stärker und im Übergang zum Knoten fast schwarz.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten, nach dem Internodium zu allmähliche Abnahme der Menge:

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun, die hypodermalen Schichten, die Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide heller gefärbt. Gelbbrauner Niederschlag im peripheren Mark und um die großen Bündel. In den Libriformbündeln hellbraune, in den Bündeln bräunliche Tönung.

Im Gelenk Epidermis braun. Die hypodermalen Schichten sowie die um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide gelblich braun gefärbt. Desgl. das periphere Mark um die Bündel. In den Bündeln bräunliche Tönung.

Im Übergang zum Knoten Epidermis braun, hypodermale Schichten heller. Schwach gefärbt die Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärke-

scheide. Das periphere Mark um die Bündel gelblich braun, Libriformbündel hellbraun, Bündel bräunlich grün gefärbt. Niederschlag stark verwaschen.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk in der Epidermis brauner Niederschlag. In der primären Rinde die hypodermale Schicht hellbraun, die folgende Schicht gelbbraun gefärbt. Ebenso die Zellschicht um die Kollenchymstränge. Schwächer die Zellschicht um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark, auch im kleinzelligen, und um die Bündel gelbbrauner Niederschlag. Braungelbe Tönung in den Libriformbündeln, in dem Gefäßparenchym der Bündel.

Im Gelenk Epidermis braun, die beiden hypodermalen Schichten und die Zellschicht um die Kollenchymstränge, vor allem in der Ausbuchtung, intensiv gelbbraun gefärbt. Schwächere Färbung um die Ölgänge und in der Zellschicht vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark und um die Bündel in zwei Schichten gelbbrauner Niederschlag, desgl. in den Libriformbündeln. Hellbraune Tönung im Gefäßparenchym der Bündel.

Im Übergang zum Knoten Epidermis braun, die beiden hypodermalen Schichten gelblich braun gefärbt. Schwach nur der Niederschlag um die Kollenchymstränge und die Ölgänge. Etwas stärker in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge und in der Schicht vor der Stärkescheide. Im peripheren Mark gelblich braune Färbung, nur in unmittelbare Nähe der Bündel und in zwei Schichten um den Gefäßteil der großen Bündel. In den Libriformbündeln hellbräunliche, im Gefäßparenchym der kleinen und mittleren Bündel bräunlich grüne Tönung.

Das absolute Maximum im Gelenk, in den Übergängen Abnahme.

Übersicht:

a) Stärke: Nur in der Stärkescheide. Menge nicht so groß. In den jüngsten Teilen am meisten, in den ältesten am wenigsten. Am meisten stets im Übergang zum Knoten, nach dem Internodium zu Abnahme der Menge.

b) Gerbstoff: 1) In der Rinde: Am meisten Gerbstoff im ersten Gelenk, ein zweites Maximum im dritten Internodium. Abnahme der Menge vom ersten zum dritten Gelenk. Im ersten Internodium weniger wie im ersten Gelenk und wie im dritten Internodium. Im zweiten Gelenk mehr als im zweiten Internodium, weniger aber als im dritten Internodium. Dieses auch mehr als das dritte Gelenk.

2) Im Mark: Das gleiche Verhalten.

3) Im Primärholz: Nur geringe Mengen. Im ersten und zweiten Gelenk ein Maximum, im dritten Gelenk etwas weniger. Im entsprechenden Internodium stets weniger. Im zweiten Internodium weniger als im ersten und dritten.

Konserviert am 24. 6. 1915.

Das älteste der untersuchten Stadien. Pflanze 1,45 m hoch und nur Früchte tragend. Das erste Blatt verwelkt, Internodien stark rot gefleckt, Gelenke nicht. Fünf Internodien entwickelt, die ersten drei konserviert, ihre Längen 20, 26, 22 cm.

Nach dem Konservieren: Internodien grünlich braun, die oberen bräunlich, Gelenke dunkler.

Zweites Internodium. Anatomie: Sehr starke Verholzung der Libriformbündel und der Bündel, auch des kleinzelligen peripheren Marks. Das großzellige periphere Mark nicht so stark verholzt.

Stärke. Lupenbild: Stärkescheide nur vor den Bündeln blau gefärbt. Im verholzten peripheren Mark, im Sekundärholz der Bündel, sowie in den Zellen an den Seiten der großen Bündel dunkelblaue Färbung. Heller gefärbt die angrenzenden Schichten und die Schicht um die markständigen Ölgänge.

Mit stärkerer Vergrößerung: Die einschichtige Stärkescheide vor den Bündeln deutlich blau gefärbt, dazwischen nur schwach. Im verholzten peripheren Mark zwischen den Bündeln und den zwei Schichten an ihren Seiten, im Sekundär-

holz der großen Bündel dunkelblaue Färbung. Die angrenzenden Schichten des peripheren Marks und zwei Schichten um das Primärholz der großen Bündel, sowie die Zellschicht um die markständigen Ölgänge hellblau gefärbt.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis und hypodermale Schicht braun. In den folgenden Schichten, um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge, sowie in zwei Schichten vor der Stärkescheide gelbbrauner Niederschlag. Im Primärholz der Bündel bräunlich grüne Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis und hypodermale Schicht braun bis hellbraun gefärbt, mit zahlreichen tiefbraunen Gerbstofftröpfchen. Die beiden folgenden Schichten, ferner die Zellschicht um die Kollenchymstränge und um die Ölgänge, sowie zwei Schichten vor der Stärkescheide mit gelbbrauner Färbung. Im Primärholz der Bündel schwach bräunlich grüne Tönung.

Zweites Gelenk. Anatomie: Das periphere Mark zwischen den Bündeln kleinzellig und stark verholzt. Ebenso Bündel und Libriformbündel.

Stärke. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Stärkescheide schwach blau gefärbt. Das periphere verholzte Mark und an den Seiten der Bündel sowie deren Sekundärholz dunkelblau, Zellen um die großen Bündel schwach blau gefärbt. Im Gelenk in der Stärkescheide blaue Färbung, im peripheren verholzten Mark dunkel, Zellschicht um die markständigen Ölgänge blau gefärbt. Im Übergang zum Knoten in der Stärkescheide vor den Bündeln Blaufärbung. Das Mark zwischen den Bündeln und um die großen, und das Sekundärholz der Bündel tief dunkelblau. Etwas heller die Schicht um die markständigen Ölgänge.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Stärkescheide einschichtig, blau gefärbt, besonders vor den Bündeln. Im kleinzelligen verholzten Mark zwischen den Bündeln und Libriformbündeln an den Seiten der großen Bündel und dem Sekundärholz der Bündel dunkel-

blaue Färbung. In der Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwache Blaufärbung.

Im Gelenk Stärkescheide schwach blau gefärbt. Blaufärbung im kleinzelligen Mark zwischen den Bündeln und Libriformbündeln, dunkler im Sekundärholz der Bündel und in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge.

Im Übergang zum Knoten Stärkescheide blau, ebenso die Zellen zwischen den Siebteilen der Bündel. Intensiv dunkelblaue Färbung zwischen den Bündeln und Libriformbündeln, in diesen und im Sekundärholz der Bündel. Etwas heller die beiden Zellschichten des Marks um das Primärholz der Bündel und die Zellschicht um die markständigen Ölgänge.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten, im Gelenk selbst nur wenig, im Übergang zum Internodium etwas mehr als im Gelenk.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun, hypodermale Schicht heller gefärbt, in der Schicht um die Kollenchymstränge und vor der Stärkescheide schwach gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln bräunliche Tönung. Im Gelenk Zunahme der Färbung in den Schichten der primären Rinde. In den Bündeln dunkelbraune Tönung, im Übergang zum Knoten erhebliche Abnahme. In der primären Rinde nur schwache Färbung und in den Bündeln hellbraune Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun. In der hypodermalen Schicht dunkelgelbbrauner Niederschlag, zahlreiche Zellen mit dunkelbraunen Gerbstofftröpfchen. Die zweite und dritte Schicht ferner die Zellschicht um die Kollenchymstränge gelbbraun gefärbt, in der Ausbuchtung stärker. In der Zellschicht um die Ölgänge und vor der Stärkescheide vor den Bündeln schwach gelbbrauner Niederschlag. Im Primärholz der kleinen Bündel bräunlich grüne Tönung. In den großen nur gering.

Im Gelenk Epidermis braun, die erste hypodermale Schicht hell- bis tiefdunkelbraun gefärbt. In der zweiten bis dritten Schicht sowie in der Schicht um die Kollenchymstränge und Stärkescheide deutlich gelblich brauner Niederschlag, in der Schicht um die Ölgänge etwas heller. Im Primärholz der Bündel auch der großen, hier jedoch nicht so intensiv, bräunliche Tönung.

Im Übergang zum Knoten Epidermis hellbraun gefärbt, hypodermale Schicht gelbbraun mit zahlreichen, namentlich vor den Kollenchymsträngen, dunkelbraunen Gerbstofftröpfchen. Die zweite Schicht, ferner die Schicht um die Kollenchymstränge, sowie vor der Stärkescheide schwach gelb gefärbt. Im Primärholz der Bündel schwach gelbbraune Tönung.

Das absolute Maximum im Gelenk. Nach dem Knoten und dem Internodium zu Abnahme.

Erstes Internodium. Anatomie: Bündel und Libriformbündel sehr stark verholzt, ebenso das dazwischen liegende Mark, das angrenzende Mark und zwei Zellschichten um die Bündel. Das übrige großzellige periphere Mark nicht so stark verholzt.

Stärke. Lupenbild: Stärkescheide schwach blau gefärbt. Das Mark zwischen den Bündeln und Libriformbündeln, das Sekundärholz der Bündel und die Libriformbündel intensiv tiefblau gefärbt. Heller das übrige kleinzellige Mark, auch um die Bündel, und die Zellschicht um die markständigen Ölgänge.

Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide einschichtig und schwach blau gefärbt, ebenso die Zellen zwischen den Siebteilen der Bündel und die zweite hypodermale Schicht in zahlreichen Zellen. Eine intensiv tiefblaue Färbung in den Zellen des Marks zwischen den Bündeln und Libriformbündeln, im Sekundärholz der Bündel und in den äußeren Schichten der Libriformbündel. Das übrige kleinzellige Mark, auch die beiden Schichten um das Primärholz der Bündel, heller gefärbt. Das großzellige Mark zwischen den großen Bündeln,

und das Primärholz dieser hellblau gefärbt. Die Zellschicht um die markständiger Ölgänge dunkelblau.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun. In den hypodermalen Schichten in der Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide schwach gelbbrauner Niederschlag. In den Bündeln schwach bräunliche Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, die erste hypodermale Schicht dunkel gelbbraun. Heller gefärbt die zweite, ferner die Schicht um die Kollenchymstränge und die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Im Primärholz der Bündel bräunlich grüne Tönung.

Erstes Gelenk. Anatomie: Starke Verholzung der Libriformbündel, des Sekundärholzes der Bündel und des kleinzelligen peripheren Marks. Auch das Mark in der Region der Ölgänge verholzt.

Stärke. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk in der Stärkescheide nur schwache Blaufärbung. Im peripheren verholzten Mark und an der Seite der Bündel intensive Blaufärbung. Das angrenzende Mark heller gefärbt. Blaufärbung im Sekundärholz der Bündel. Im Gelenk in der Stärkescheide schwache Blaufärbung, auch im kleinzelligen peripheren Mark um die Bündel, sowie im Sekundärholz der Bündel. Um die markständigen Ölgänge intensive Blaufärbung. Im Übergang zum Knoten Stärkescheide blau. Zwischen den Bündeln und an den Seiten tief dunkelblaue Färbung, das angrenzende Mark heller. Die Schicht um die markständigen Ölgänge tief dunkelblau gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk in der zweiten hypodermalen Schicht schwache Blaufärbung, in der einschichtigen Stärkescheide intensive Blaufärbung. Dunkelblaue Färbung im verholzten peripheren Mark, in zwei Schichten um die kleinen Bündel, an den Seiten der großen, sowie in den verholzten Zellen der Bündel und in den verholzten der Libriformbündel. Fär-

bung schwächer im angrenzenden unverholzten Mark und in zwei Schichten um das Primärholz der Bündel. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge blau gefärbt.

Im Gelenk die zweite hypodermale Schicht in der Nähe der Kollenchymstränge schwach blau gefärbt. In der Stärkescheide Blaufärbung, auch in den Zellen zwischen den Siebteilen. Im verholzten peripheren Mark, sowie an den Seiten der Bündel blaue Färbung. Im Sekundärholz der Bündel tiefblau. Im peripheren großzelligen Mark und um die großen Bündel nur schwache Blaufärbung. Die Zellschicht um die markständigen Ölgänge intensiv blau gefärbt.

Im Übergang zum Knoten in der zweiten hypodermalen Schicht schwache Blaufärbung, ebenso in der einschichtigen Stärkescheide. Im kleinzelligen peripheren Mark, in zwei Schichten an den Seiten der Bündel, im Sekundärholz der Bündel und in den peripheren Schichten der Libriformbündel, sowie in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge tief dunkelblaue Färbung. Heller in den äußersten großzelligen Schichten des Marks und in zwei Schichten um das Primärholz der großen Bündel. Nach dem Knoten Zunahme der Menge, vor allem im Mark, in der Stärkescheide dagegen Abnahme.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten, ein zweites im Übergang zum Internodium. Im Gelenk selbst weniger.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun, die hypodermalen Schichten, sowie die Schicht um die Kollenchymstränge, die Ölgänge und vor der Stärkescheide schwach braun gefärbt. In den Bündeln schwach bräunliche Tönung. Im Gelenk Färbung in der primären Rinde dieselbe, nur in den Bündeln Tönung stärker. Im Übergang zum Knoten keine Veränderung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun. Die ersten hypodermale Schicht dunkelgelbbraun gefärbt mit zahlreichen dunkelbraunen

Gerbstofftröpfchen. Die zweite Schicht, ferner die Schicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide schwach bis intensiv gelbbraun. Im Primärholz der Bündel schwach bräunliche Färbung.

Im Gelenk: Epidermis braun. Die erste hypodermale Schicht etwas heller, einige Zellen mit braunen Gerbstofftröpfchen, die zweite Schicht deutlich gelbbraun gefärbt. Hellgelbbrauner Niederschlag in der Zellschicht um die Kollenchymstränge und vor der Stärkescheide, schwach nur in der Zellschicht um die Ölgänge. Im Gefäßparenchym der Bündel bräunlich-grüne Tönung.

Im Übergang zum Knoten Epidermis hellbraun, in der ersten hypodermalen Schicht dunkelgelbbrauner Niederschlag, in der zweiten Schicht heller. Schwach gelbbraun gefärbt die Zellschichten um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und einzelne Zellen der Zellschicht vor der Stärkescheide. Im Primärholz der Bündel bräunlich-grüne Tönung.

Das absolute Maximum im Gelenk, die Gerbstoffmenge hier allerdings auch ziemlich gering, fast nur in der primären Rinde.

Drittes Internodium. Anatomie: Starke Verholzung der Libriformbündel und des Sekundärholzes der Bündel. Im Primärholz nur die Spiralgefäße verholzt. Das kleinzellige Mark und die Schichten um die Bündel sehr stark, das großzellige weniger verholzt bis zu den Ölgängen hin.

Stärke. Lupenbild: Stärkescheide nur schwach blau gefärbt, ebenso die Zellen zwischen dem Siebteil der Bündel. Blaufärbung im Mark zwischen Bündeln und Libriformbündeln und im Sekundärholz der Bündel. Schwache Färbung an den Seiten der großen Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: Schwache Blaufärbung in der Stärkescheide und den Zellen zwischen den Siebteilen der Bündel. Stärker im Mark zwischen Bündeln und Libriformbündeln und im Sekundärholz der Bündel. In der Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwache Blaufärbung.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun, hypodermale Schicht, Zellen um die Ölgänge und vor der Stärkescheide intensiv gelbbraun gefärbt, ebenso um die Kollenchymstränge. In den Bündeln bräunliche Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Epidermis brauner bis tiefbrauner Niederschlag. Die erste hypodermale Schicht braun mit zahlreichen tiefbraunen Gerbstofftröpfchen. Die drei folgenden Schichten hellgelbbraun gefärbt. In der Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge, und in zwei Schichten vor der Stärkescheide deutlich gelbbrauner Niederschlag. Im Primärholz der Bündel hellbraune Tönung.

Drittes Gelenk. Anatomie: Verholzung in den Bündeln, den Libriformbündeln und dem peripheren Mark. Am stärksten Verholzung in der Knotennähe, im Gelenk schwächer.

Stärke. Lupenbild: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Stärkescheide schwachblau, ebenso das periphere verholzte Mark. Im Gelenk in Stärkescheide keine Färbung. Blaufärbung im peripheren Mark. Zwischen Bündeln und Libriformbündeln, schwach um die Bündel, im Übergang zum Knoten, im peripheren Mark an den Seiten der Bündel und in ihrem Sekundärholz dunkelblaue Färbung. Das angrenzende Mark heller.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Stärkescheide einschichtig, hellblau gefärbt. Im Mark zwischen Bündel und Libriformbündel, sowie in einigen verholzten Zellen der Bündel Blaufärbung. Im Gelenk Stärkescheide nur ganz schwach ausgebildet, im peripheren Mark und in den Bündeln wie im Übergang zum Internodium.

Im Übergang zum Knoten deutlich blau gefärbte einschichtige Stärkescheide. Im peripheren Mark zwischen Bündeln und Libriformbündeln, sowie im Sekundärholz der Bündel deutliche dunkelblaue Färbung, etwas heller die beiden Zell-

schichten um die großen Bündel. In der Zellschicht um die markständigen Ölgänge schwache Blaufärbung.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten. Im Übergang zum Internodium nur in der Stärkescheide etwas mehr als im Gelenk.

Gerbstoff. Lupenbild: In dem Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun. In den hypodermalen Schichten, in der Schicht um die Ölgänge, um die Kollenchymstränge und vor der Stärkescheide schwach gelber Niederschlag. In den Bündeln bräunliche Tönung. Färbung der primären Rinde im Gelenk deutlicher, auch in den Bündeln. Im Übergang zum Knoten Epidermis braun, schwach gelbbraun die hypodermalen Schichten, hellbraun die Zellschicht um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Im Primärholz der Bündel bräunliche Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Internodium unmittelbar unter dem Gelenk Epidermis braun, die erste hypodermale Schicht tief dunkelgelbbraun gefärbt mit zahlreichen tiefbraunen Gerbstofftröpfchen. Die folgende Schicht heller gefärbt, auch in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge. Schwacher Niederschlag in der Zellschicht um die Kollenchymstränge, um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Im Primärholz der Bündel bräunlich-grüne Tönung.

Im Gelenk Epidermis braun gefärbt, die hypodermale Schicht hellbraun mit tiefbraunen Gerbstofftröpfchen. In der Zellschicht um die Kollenchymstränge und vor der Stärkescheide gelbbrauner Niederschlag, um die Ölgänge nur schwach. Das Primärholz der Bündel hellbraun getönt.

Im Übergang zum Knoten Epidermis tiefbraun gefärbt, die erste hypodermale Schicht hellbraun, die folgenden hellgelbbraun. Braun bis intensiv gelbbrauner Niederschlag in zwei bis drei Zellschichten um die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Das Primärholz der Bündel bräunlich grün.

Das absolute Maximum im Übergang zum Knoten (ver-

mutlich hier die Verhältnisse der Sonnenseite vorliegend). Im Gelenk selbst mehr, als im Übergang zum Internodium.

Übersicht:

a) Stärke: Weniger in der Stärkescheide, als vor allem im peripheren Mark in den Bündeln und den Libriformbündeln. Maximum im Übergang zum Knoten, ein zweites im Internodium. Abnahme der Menge nach dem jüngeren Teil hin.

b) Gerbstoff: 1) Rinde: Maximum stark im ersten Gelenk, im zweiten erhebliche Abnahme und weiter auch im dritten. Ein zweites Maximum im dritten Internodium. Im zweiten Internodium mehr als im zweiten Gelenk, dagegen hat das erste Gelenk mehr, als das erste Internodium.

2) Im Mark: Kein Gerbstoff.

3) Im Primärholz wenig, am meisten im Parenchym der kleinen Bündel. Im ersten und zweiten Internodium weniger, als im ersten Gelenk. Vom zweiten Internodium bis zum dritten Gelenk eine geringe Zunahme.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: In der primären Rinde liegen ein bis zwei Zellschichten, unter der Epidermis Kollenchymstränge, je nach dem Entwicklungszustand mehr oder weniger nierenförmig ausgebildet, vor den großen Bündeln am kräftigsten entwickelt. Zwischen beiden finden sich in der Ausbuchtung der Kollenchymstränge Ölgänge. Zwischen den Bündeln liegen die Libriformbündel. Es gibt drei verschiedene Größen von Bündeln. Am Siebteil der Bündel kollenchymatische Fasersicheln, am Gefäßteil gut ausgebildete Faserstränge. Im peripheren Mark liegen vor den großen Bündeln Ölgänge. Das zentrale Mark ist in den Internodien abgestorben, z. T. auch im unteren Teil des Gelenks, in deren oberem Teil und im Knoten bleibt es stets erhalten.

Das Gelenk zeigt immer geringere Verholzung, als das Internodium, die Knotenpartie ist jedoch am stärksten verholzt. Im Gelenk nimmt die primäre Rinde an Dicke zu.

Über die Entwicklung ist folgendes zu sagen: Im jüngsten Stadium, vom 7. 5. 15, findet sich im ersten Internodium in den Bündeln schwache Verholzung, die Libriformbündel sind nur wenig entwickelt, desgl. im ersten Gelenk. Im zweiten Internodium treten die Libriformbündel deutlicher hervor, im Gelenk sind sie in der Ausbildung begriffen. In beiden keine Verholzung. Im dritten Internodium und Gelenk desgl., das letztere noch nicht ausgebildet. Das zentrale Mark fehlt nur im ersten und zweiten Internodium.

Im Stadium vom 27. 5. 15 haben wir im ersten Internodium in den Bündeln und Libriformbündeln sehr starke Verholzung, das Mark zwischen ihnen erscheint stark verdickt, gleichfalls im Übergang zum Gelenk, und von diesem nach dem Knoten hin. Im Gelenk selbst jedoch nur Verholzung in den Libriformbündeln, in den Bündeln schwach.

Im zweiten Internodium wie im ersten, nur Bündel etwas weniger verholzt. Im entsprechenden Gelenk finden wir nur im Libriformbündel schwache Verholzung, in den Übergängen nach dem Internodium auch in den Bündeln. Das zentrale Mark ist im unteren Teile etwas abgestorben. Verhältnis im dritten Internodium wie im zweiten, im dritten Gelenk keine Verholzung. In den Übergängen nur in den Libriformbündeln Verholzung.

Die Gelenke fallen in diesem Stadium schon bei makroskopischer Betrachtung deutlich auf.

Im Stadium vom 14. 6. 15 ist im ersten sehr kräftigen Internodium sehr starke Verholzung der Bündel, der Libriformbündel und des peripheren Marks eingetreten. Das zentrale Mark fast ganz verschwunden. Das erste Gelenk sehr kräftig entwickelt. Die Libriformbündel und das Sekundärholz sehr stark verholzt, das periphere Mark erscheint dickwandig und das zentrale Mark im unteren Teil stark abgestorben. In den Übergängen starke Verholzung, im Knoten auch im pheripheren Mark.

Im zweiten Internodium ist das großzellige periphere

Mark nicht so stark verholzt. Im Gelenk nur schwache Verholzung in den Libriformbündeln und dem Sekundärholz der Bündel. Das zentrale Mark nur wenig abgestorben. Im Übergang zum Knoten stärkere Verholzung, auch im peripheren Mark, als nach dem Internodium zu.

Im dritten Internodium starke Verholzung in den Libriformbündeln und Bündeln, im Mark nur schwach. Das zentrale Mark ist innen abgestorben. Das dritte Gelenk nicht so stark entwickelt wie das erste und zweite. Verholzung viel schwächer. Das zentrale Mark nur wenig abgestorben.

Im letzten Stadium vom 24. 6. finden wir eine sehr starke Verholzung in den Bündeln im Sekundärholz, den Libriformbündeln und dem kleinzelligen peripheren Mark, im großzelligen nicht so stark in den drei Internodien. In den Gelenken im ersten ebenso, in den beiden anderen fehlt die Verholzung im großzelligen peripheren Mark.

2) Chlorophyll: Im Internodium und Gelenk die gleiche Verteilung. Sehr viel findet sich in den hypodermalen Zellschichten, vor allem in der dritten, auch im Gefäßteil der Bündel, weniger in der Stärkescheide und der Zellschicht um die Kollenchymstränge.

3) Reduzierender Zucker: Im Gelenk tritt mehr Zucker auf als im Internodium, der Niederschlag zeigt eine intensiv ziegelrote Färbung. Am meisten findet sich in der Bündelzone und in den Bündeln, auch in der Zellschicht um die Ölgänge und die Kollenchymstränge, in der übrigen primären Rinde nicht so viel, am wenigsten im Mark.

4) Stärke: Allgemein ist zu bemerken, daß mit zunehmender Verholzung die Stärkemenge zunimmt. Außerdem findet im einzelnen Stadium eine Abnahme von unten nach oben statt. Im Internodium allgemein weniger als im zugehörigen Gelenk, in den Übergängen vom Gelenk zum Internodium mehr als in diesem selbst, am meisten stets nach dem Knoten zu.

In den einzelnen Stadien: Im jüngsten nur in der Stärke-

scheide in allen Teilen, relativ geringe Mengen. Im Internodium erscheint die Stärkescheide meist einschichtig, ebenfalls im Übergang zum Gelenk; in diesem und nach dem Knoten zu zweischichtig. Etwas mehr Stärke findet sich im Übergang zum Knoten. Zwischen den einzelnen Internodien und Gelenken kein Unterschied.

Im zweiten Stadium finden wir die Stärke auch nur in der Stärkescheide. Im ersten Internodium und im Übergang zum Gelenk findet sich die Stärke nur vor den Bündeln in der einschichtigen Stärkescheide, im Gelenk wird diese zweischichtig, etwas mehr Stärke noch im Übergang zum Knoten.

Das zweite Internodium besitzt eine ein- z. T. zweischichtige Stärkescheide, im Übergang zum Gelenk ist sie zweischichtig und häufig unterbrochen. Im Gelenk und Übergang zum Knoten, hier am meisten, hat sie mehr Stärke und ist auch nicht so oft unterbrochen.

Im dritten Internodium wie im ersten, aber auch wenig vor den Libriformbündeln. Die Stärkemenge nimmt vom Internodium nach dem Knoten zu, zwischen den Bündeln ist die Stärkescheide meist mehrschichtig, vor ihnen zweischichtig.

Wir finden hier also, daß die Stärkemenge vom ersten nach dem dritten Internodium zunimmt.

Im folgenden Stadium tritt eine andere Verteilung der Stärke ein, die Menge nimmt erheblich zu. Anatomisch ist eine starke Verholzung festzustellen.

Im dritten Stadium ist im Internodium und Knoten stets mehr Stärke als im Gelenk. Am meisten findet sich im ersten Internodium. Die Verteilung ist hier die folgende: In der Stärkescheide, zwischen den Bündeln und den Libriformbündeln, sowie in beiden, in zwei Zellschichten um die Bündel und den äußersten Schichten des peripheren Marks, weniger in den angrenzenden Schichten. Auch um die markständigen Ölgänge und um den Gefäßteil der Bündel. Im Gelenk haben wir im Übergang dieselbe Verteilung. In ihm selbst die Färbung in den Bündeln nicht so stark. Im groß-

zelligen peripheren Mark keine Stärke. Im Übergang zum Knoten fehlt diese in der Stärkescheide. Sonst aber findet sie sich in erheblich größeren Mengen, vor allem auch im Mark bis zu den Ölgängen hin. Maximum im Übergang zum Knoten, ein zweites im Übergang vom Gelenk zum Internodium. Verteilung der Stärke im zweiten Internodium wie im ersten, nur die Menge erheblich geringer, sie fehlt in den Bündeln. Im Übergang zum Gelenk finden wir Stärke in der ein- selten zweischichtigen Stärkescheide, zwischen den Bündeln und Libriformbündeln, in diesen und im Sekundärholz der Bündel. Weniger im kleinzelligen peripheren Mark, in zwei Zellschichten um die großen Bündel und in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge. Im Gelenk selbst in der Stärkescheide um die großen Bündel und im Sekundärholz. Wenig im kleinzelligen peripheren Mark und im Bündelring. Im Übergang zum Knoten überall sehr viel auch um die markständigen Ölgänge, weniger im großzelligen peripheren Mark. Wir haben hier also wiederum zwei deutliche Maxima in den Übergängen.

Im dritten Internodium die gleiche Verteilung wie im zweiten, aber etwas weniger. Ebenfalls zwei Maxima, im Knoten und im Übergang zum Gelenk.

Im letzten Stadium findet sich Stärke vor allem im peripheren Mark, weniger in der Stärkescheide.

Im ersten Internodium ist wenig in der einschichtigen Stärkescheide, desgl. zwischen dem Siebteil der Bündel und in vielen Zellen der zweiten hypodermalen Schicht. Sehr viel Stärke findet sich in den Zellen zwischen den Bündeln und Libriformbündeln. Im Sekundärholz der Bündel und den äußeren Schichten der Libriformbündel, weniger im kleinzelligen peripheren Mark, geringe Mengen nur im großzelligen Mark zwischen den großen Bündeln und im Primärholz der Bündel, sehr viel noch in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge. Im Übergang zum Gelenk liegt Stärke in der Stärkescheide, im verholzten Mark, um die Bündel, in ihren ver-

holzten Zellen, sowie in den äußeren Schichten der Libriformbündel. Im Gelenk nimmt die Menge etwas ab. Nach dem Knoten hin tritt wieder eine Zunahme ein. Im Übergang vom Gelenk zum Internodium je ein Maximum.

Die Stärkescheide ist im zweiten Internodium nur vor den Bündeln stärkehaltig, dazwischen nur geringe Mengen. Viel Stärke im verholzten peripheren Mark zwischen den Bündeln, in zwei Zellschichten an ihren Seiten, im Sekundärholz der großen Bündel, weniger in den angrenzenden Schichten des peripheren Marks und in den zwei Schichten um das Primärholz der großen Bündel, ferner in der Zellschicht um die markständigen Ölgänge. Im Übergang zum Gelenk findet sich mehr in der Stärkescheide und im kleinzelligen verholzten Mark. Im Gelenk tritt Abnahme der Menge ein in der Stärkescheide. Im Übergang zum Knoten erheblich mehr. Hier also wiederum zwei Maxima in den beiden Übergängen vom Gelenk.

Im dritten Internodium ist eine erhebliche Abnahme der Stärkemenge festzustellen. In der Stärkescheide findet sich nur wenig, ebenso in den übrigen Geweben, im Primärholz der Bündel fehlt die Stärke überhaupt. Das absolute Maximum liegt hier im Übergang zum Knoten, im Übergang vom Gelenk zum Internodium findet sich nur in der Stärkescheide mehr Stärke.

Über das Verhalten der Stärke während der Entwicklung ist zu sagen, daß die Menge in der Stärkescheide allmählich abnimmt und z. T. im letzten Stadium schon verschwindet. Nur eine Abweichung, sie fehlt im dritten Internodium des vorletzten Stadiums, und tritt im dritten des letzten wieder in geringer Menge auf. Sonst findet sich im zweiten Stadium stets weniger wie im ersten, ausgenommen im dritten Gelenk, und im letzten Stadium mehr als im vorletzten. Wir finden also während der Entwicklung zwei Maxima.

5) Gerbstoff: Die allgemeine Verteilung ist die folgende: In der Epidermis, in der primären Rinde, in den

beiden hypodermalen Schichten, in der Schicht um die Kollenchymstränge, besonders in der Ausbuchtung um die Ölgänge, und vor der Stärkescheide. Im Mark, wenn es unverholzt ist, zwischen den Bündeln, und um die großen in drei Zellschichten. In den Bündeln im Primärholz.

Im ersten Stadium findet sich der Gerbstoff in allen gerbstofführenden Schichten. Im ersten Internodium haben wir in Rinde und Mark ziemlich viel, im zweiten in der Rinde wenig, im Mark viel. In den zugehörigen Gelenken stets mehr, im ersten mehr als im zweiten. Im dritten Internodium tritt eine Zunahme ein, vor allem in der Bündelzone, im Gelenk ist sehr viel mehr. Das Primärholz zeigt eine Steigerung der Menge von unten nach oben. Im ganzen findet sich im Mark stets mehr als in der Rinde. Bei den einzelnen Internodien nimmt die Menge im Mark vom ersten nach dem dritten zu. In der Rinde ist im zweiten am wenigsten, im ersten und dritten mehr.

Im zweiten Stadium findet sich weniger Gerbstoff als im ersten. Im ersten Internodium haben wir in der Rinde nur wenig, im Mark etwas mehr. Im Gelenk mehr als im Internodium, in der Rinde aber auch nur sehr wenig, er fehlt im kleinzelligen peripheren Mark. Im zweiten Internodium finden wir in Rinde und Mark weniger als im ersten, fehlt auch im kleinzelligen peripheren Mark. Im Gelenk mehr, besonders im Mark. Im dritten Internodium liegt in der Rinde mehr als im zweiten, aber weniger im Mark. Im großen und ganzen ist die Menge erheblich größer als im zweiten Internodium. Im dritten Gelenk haben wir in der Rinde weniger Gerbstoff als im Internodium, aber mehr im Mark. Die Menge ist geringer als im zweiten Gelenk.

In der Rinde nimmt die Menge vom ersten nach dem zweiten Internodium ab, im dritten aber erheblich zu. Im Gelenk nimmt sie von unten nach oben ab, im Mark das gleiche Verhalten. Im Primärholz der Bündel findet sich nur sehr wenig Gerbstoff, die Abweichungen nur gering. Im

Gelenk mehr als im Internodium und von unten nach oben minimale Zunahme.

Im dritten Stadium fehlt der Gerbstoff im Mark sämtlicher drei Internodien. In der Rinde findet sich im ersten Internodium mehr als im zweiten, zwischen beiden die Menge im dritten. In den Gelenken liegen die Verhältnisse so, daß im Mark eine Zunahme vom ersten nach dem dritten Gelenk stattfindet. In der Rinde liegt im zweiten Gelenk am meisten, in den beiden anderen weniger, im dritten Gelenk am wenigsten. Im Primärholz findet eine allmähliche Zunahme statt, im Gelenk stets mehr als im Internodium. In den Gelenken stets mehr als im Internodium, mit Ausnahme in der Rinde des dritten Gelenks.

Im letzten Stadium finden wir weder im Gelenk noch im Internodium Gerbstoff im Mark, da dieses verholzt ist. In den Internodien findet in der Rinde eine Zunahme vom ersten nach dem dritten statt. Im ersten Gelenk ist mehr als im zweiten und in diesem mehr als im dritten. Primärholz wie üblich.

Zum Vergleich der entsprechenden Internodien und Gelenke der einzelnen Stadien: Im ersten Internodium im ersten Stadium in der Rinde sehr viel, dann Abnahme, im dritten wieder Zunahme, im letzten am wenigsten. Im Mark findet man im ersten am meisten, weniger im zweiten und keinen Gerbstoff in den beiden letzten Stadien. Das Primärholz verhält sich wie das Mark.

Im entsprechenden Gelenk haben wir im ersten Stadium in der Rinde viel, im zweiten sehr wenig, im dritten mehr als im ersten, im letzten Abnahme, die Menge steht zwischen dem zweiten und dritten Stadium. Im Mark am meisten im ersten Stadium, dann allmähliche Abnahme, im letzten nichts. Im Primärholz wenig, kaum Unterschiede.

Im zweiten Internodium finden wir das Maximum in der Rinde im ersten Stadium, in den beiden folgenden Abnahme und im letzten wieder Zunahme. Im Mark im ersten Stadium

am meisten, dann Abnahme und Verschwinden des Gerbstoffs im dritten Stadium. Im Primärholz überall gleich wenig.

Im Gelenk liegt in der Rinde ziemlich viel im ersten Stadium, ungefähr die gleiche Menge im letzten, erheblich mehr im dritten, weniger im zweiten Stadium. Im Mark am meisten im ersten Stadium, allmähliche Abnahme bis zum Verschwinden im letzten. Im Primärholz findet sich ziemlich viel im ersten, und vor allem im dritten Stadium, weniger in den anderen.

Im dritten Internodium finden wir eine allmähliche Zunahme in der Rinde, doch sind die Mengen in den beiden letzten Stadien annähernd gleich. Das Mark hat am meisten im ersten Stadium, weniger im zweiten, sonst fehlt der Gerbstoff ganz. Im Primärholz findet sich wenig, im letzten Stadium tritt Abnahme ein.

Im dritten Gelenk liegt in der Rinde das Maximum im ersten Stadium, dann Abnahme im zweiten, Zunahme im dritten und im letzten wieder Abnahme. Im Mark dieselben Verhältnisse, nur fehlt der Gerbstoff im letzten Stadium. Im Primärholz liegt im dritten Stadium sehr viel Gerbstoff, wenig im letzten.

Allgemein finden wir im Auftreten des Gerbstoffs in der Rinde zwei Maxima und zwar im ersten und dritten Stadium. Ausnahmen bilden das dritte Internodium, wo eine allmähliche Zunahme stattfindet, und das zweite Internodium, bei dem sich das zweite Maximum erst im letzten Stadium einstellt.

Im Mark finden wir ein Maximum des Gerbstoffs im jüngsten Stadium und dann allmähliche Abnahme bis zum völligen Verschwinden des Gerbstoffs. Dies tritt in den Internodien schon im dritten Stadium ein, in den Gelenken erst, da sie später verholzen, im letzten Stadium.

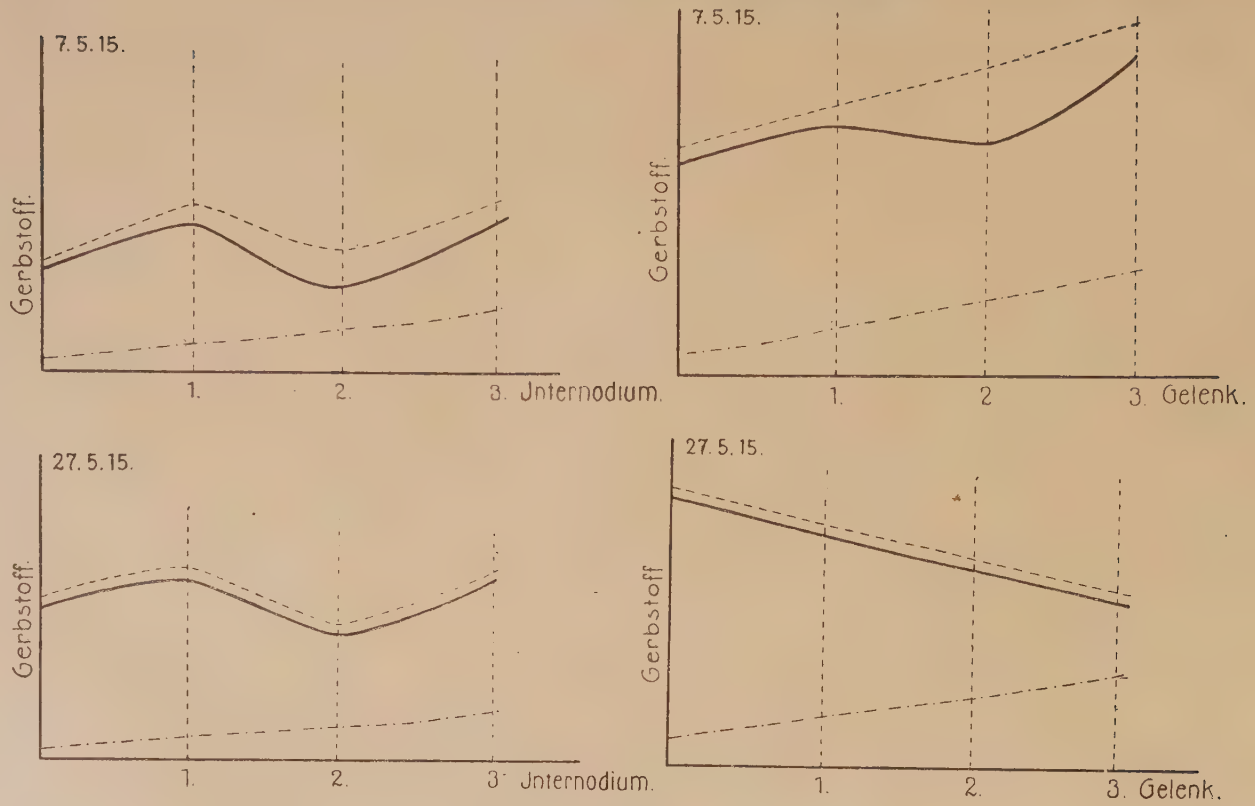
Im Primärholz finden sich nur geringe Unterschiede, nur im zweiten und dritten Gelenk tritt ziemlich viel Gerbstoff auf und zwar am meisten im dritten Stadium.

Tabelle 1.

Tabelle bezogen auf die Internodien und Gelenke der einzelnen Stadien.

Chaerophyllum aureum ↓ Gerbstoff		7. 5. 15.		27. 5. 15.		14. 6. 15.		24. 6. 15.	
		Rinde	Mark	Rinde	Mark	Rinde	Mark	Rinde	Mark
1.	Internodium	viel	viel mehr als in der Rinde	nur wenig	weniger	weniger	—	weniger	—
		weniger als im Gelenk		In beiden weniger als im Gelenk					
	Gelenk	mehr	mehr	wenig	mehr, auch als in der Rinde	mehr	mehr	mehr	—
		sehr große Mengen		aber mehr als im Internodium		als im Internodium		weniger als am 14. 6.	
2.	Internodium	ziemlich viel	viel, weniger als in der Rinde	weniger	weniger	weniger, auch als im ersten Internodium	—	mehr, auch als im ersten Internodium	—
		weniger als im Gelenk und als im ersten Internodium		auch als im ersten Internodium					
	Gelenk	mehr	mehr	mehr als im Internodium, aber weniger als im ersten Gelenk		mehr, auch als im ersten Gelenk		weniger, mehr als im ersten Gelenk	—
		im ganzen ziemlich viel. Weniger als im ersten Gelenk							
3.	Internodium	weniger als im Gelenk im ganzen ziemlich viel. Abnahme gegen das vorige Internodium		mehr	weniger	mehr, auch als im zweiten Internodium	—	mehr, auch als im zweiten Internodium	—
				erheblich mehr als im zweiten Internodium					
	Gelenk	sehr viel mehr. Zunahme vor allem in der Bündelzone		weniger	mehr	weniger	mehr	weniger, auch als im zweiten Gelenk	—
				weniger als im zweiten Gelenk		auch als im zweiten Gelenk			

Chaerophyllum aureum (zu Tabelle 1). Relative Mengen!



Chaerophyllum aureum (zu Tabelle 1). Relative Mengen!

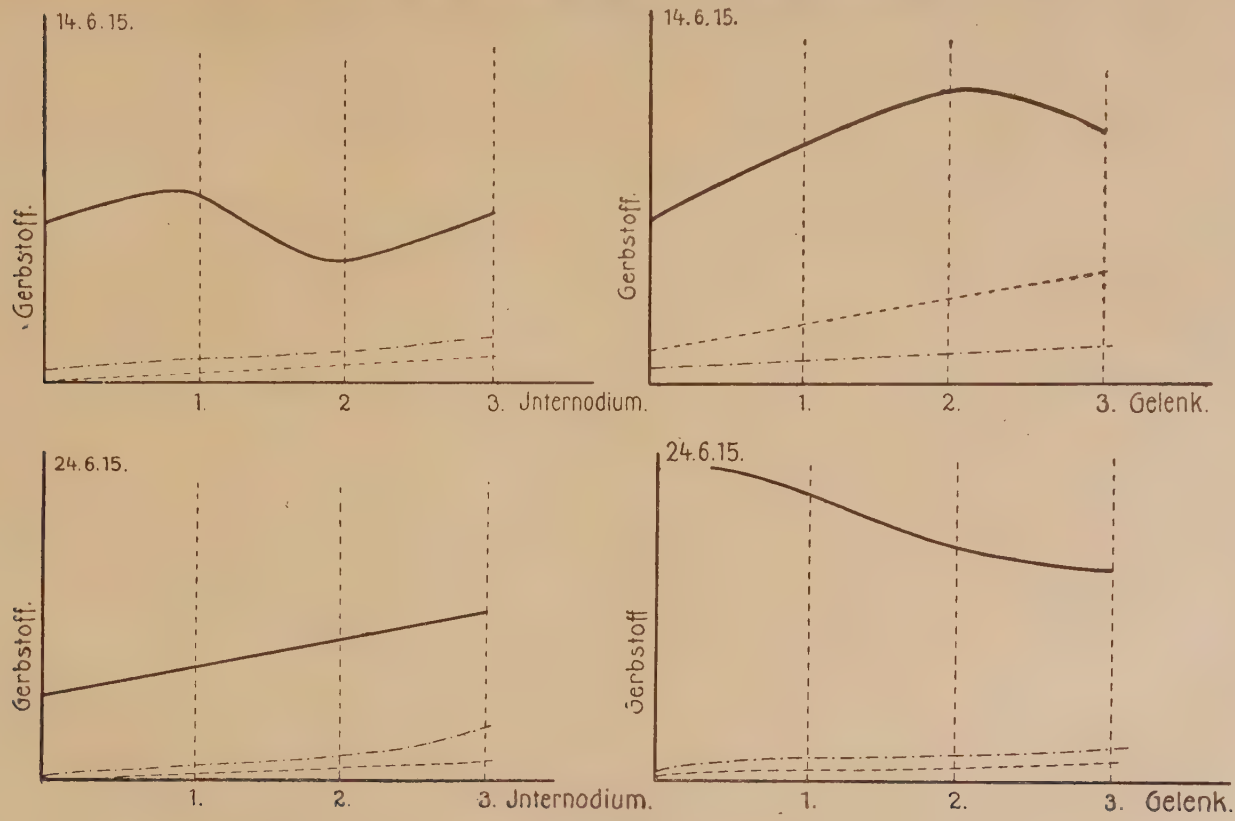
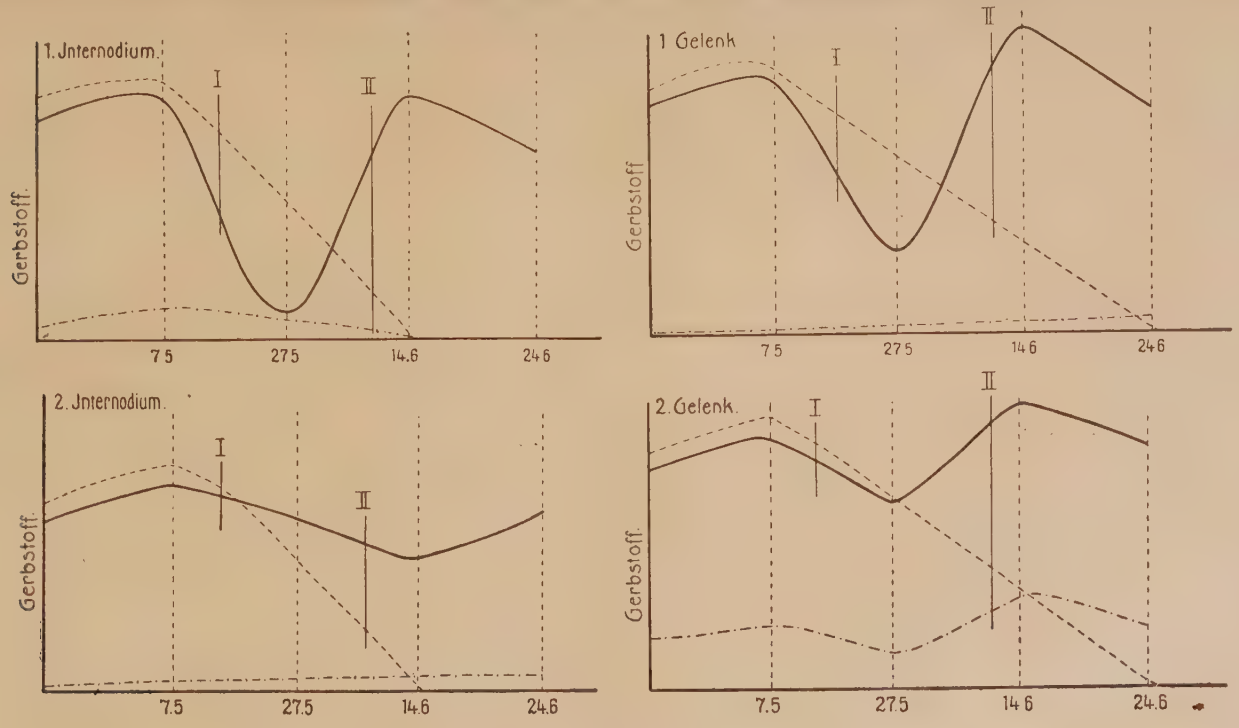


Tabelle 2.

Tabelle bezogen auf die entsprechenden Internodien und Gelenke der einzelnen Stadien.

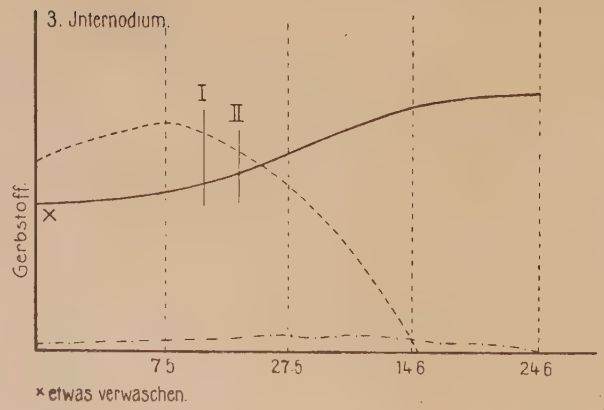
Chaerophyllum aureum Gerbstoff →		7. 5. 15.		27. 5. 15.		14. 6. 15.		24. 6. 15.	
		Rinde	Mark	Rinde	Mark	Rinde	Mark	Rinde	Mark
1.	Internodium	viel	wenig mehr als in der Rinde	—	weniger	ziemlich viel, mehr als am 27. 5.	—	ziemlich viel aber weniger als am 14. 6.	—
	Gelenk	viel	wenig mehr als in der Rinde	sehr wenig	mehr als in der Rinde, aber weniger als im Mark am 7. 5.	mehr als am 7. 5.	weniger als in der Rinde, auch weniger als im Mark vom 7. 5.	(etwas mehr als Internodium 1) weniger als am 7. 5.	weniger
2.	Internodium	viel	wenig mehr als in der Rinde	ziemlich viel, weniger als am 7. 5.	mehr als in der Rinde aber weniger als im Mark vom 7. 5.	noch ziemlich viel, aber weniger als am 27. 5.	—	mehr als am 27. 5., weniger als am 7. 5.	—
	Gelenk	Rinde weniger, Bündelring mehr als am 14. 6. Viel, mehr als im Internodium	etwas mehr als in der Rinde	weniger als am 7. 5.	ziemlich viel, mehr als in der Rinde, weniger als am 7. 5.	ziemlich viel, mehr als am 7. 5.	noch ziemlich viel, aber weniger als in der Rinde u. als am 7. 5.	noch ziemlich viel, aber weniger als am 14. 6. (auch als Intern. 2)	—
3.	Internodium	nicht sehr große Mengen, weniger als im vorigen Internodium (etwas verwaschen)	erheblich mehr als in der Rinde	wenig, aber noch mehr als am 7. 5.	sehr wenig	ziemlich viel, mehr als am 27. 5. (Stärkere Konzentration als Gelenk)	—	wie am 14. 6. (aber mehr als im Gelenk)	—
	Gelenk	mehr als im Internodium (nicht verwaschen)	wenig, mehr als in der Rinde	weniger (sehr viel weniger als im Internod. 3)	sehr wenig	weniger als am 27. 5.		weniger als am 27. 5.	—

Chaerophyllum aureum (zu Tabelle 2). Relative Mengen!

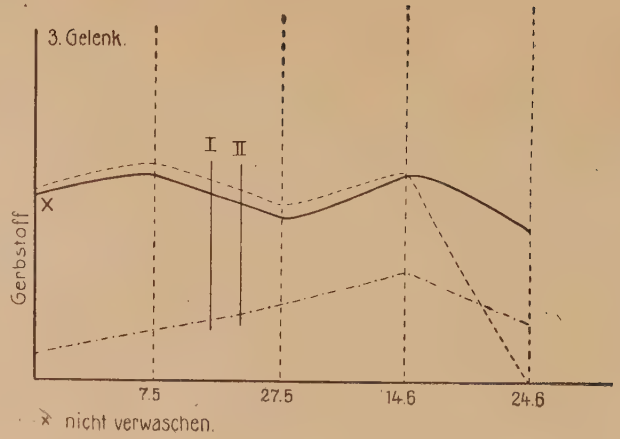


I, II: Diese vertikalen Striche sollen den Zeitpunkt markieren, wo die Gelenke sichtbar werden (I) und die Verholzung der Gewebe anfängt (II).

Chaerophyllum aureum (zu Tabelle 2). Relative Mengen!



× etwas verwaschen.



× nicht verwaschen.

Erklärung 1) zu den Tabellen:

Tabelle 1. Verglichen wurden die Internodien und Gelenke der einzelnen Stadien, und zwar stets getrennt in Rinde und Mark. Das Primärholz wurde nicht näher berücksichtigt.

Tabelle 2. Hier gelangten zum Vergleich die entsprechenden Internodien und Gelenke, auch diesmal wurden Rinde und Mark getrennt behandelt.

2) Zu den Kurven:

Es sollen nur die relativen Mengen berücksichtigt werden. Auf den Ordinaten wurden diese abgetragen. Während auf den Abszissen die Internodien und Gelenk bezw. die einzelnen Stadien abgetragen wurden.

Epimedium pinnatum.

Die untersuchten Blätter entstammten sämtlich einem sehr schattigen Standorte im Botanischen Garten.

Das Rhizom der Pflanze liegt etwa 3 cm tief im Boden, es ist verzweigt, hat eine Länge von 20—25 cm und besitzt eine Dicke von etwa 8 mm mit zahlreichen kleinen 1—2 mm dicken Nebenwurzeln. Am Ende des Jahrestriebes sitzen die überdauernden Blätter. Im ersten Frühjahr wächst das Rhizom etwa 9—10 cm weiter, die Spitze biegt sich nach oben und bringt den Blütenstand hervor, der auf einem 15 cm langen mit sehr zahlreichen feinen Haaren besetzten, und hellbraun gefärbten Stiel sitzt. Unterhalb des Blütenstandes entwickeln sich später drei bis vier rosettenförmig angeordnete Blätter mit fünf Blättchen. Die Blattstiele aller Blättchen und das zweite Stielinternodium haben an ihrer Basis je ein Gelenk. Diese drei Gelenke vereinigen sich bis auf die Spitzenregion zu einem einzigen, das etwas in das darunter liegende Internodium sich erstreckt, jedoch von diesem scharf abgesetzt ist, äußerlich kenntlich durch eine dunkelrot-braune Zone. Die Internodien zeigen auf ihrer Oberseite rotbraune, auf ihrer

Unterseite eine dunkelgrüne Färbung und sind derb. Die Gelenke dagegen bleiben weich und dunkelgrün gefärbt. Die Blättchen sind ausdauernd, fest und dick, und auf ihrer Oberseite dunkler grün gefärbt als unterseits. Die Länge des ersten Internodiums beträgt bei einem vollentwickelten Blatt in einem speziellen Fall 20 cm, die des zweiten Internodiums 11 cm.

In den einzelnen untersuchten Stadien wurden inbetreff der Dickenverhältnisse der Gelenke und Internodien folgende Zahlen festgestellt (die Zahlen im Gelenk beziehen sich der Reihe nach auf den Übergang vom unteren Internodium zum Gelenk, auf dieses, etwas darüber und unmittelbar unter der Teilung im Übergang nach oben).

I) Stadium vom 23. 4. 1915:
Internodium 2 mm, Gelenk: 1,5, 2,3, 1 mm (nur ein Gelenk ausgebildet).

II) Stadium vom 29. 5. 1915:
Erstes Internodium 1,5 mm. Erstes Gelenk: 1,8, 2,3, 3, 1 mm.
Zweites » 1 mm. Zweites » : 1,8, 2,3, 3, 1 mm.

III) Stadium vom 24. 6. 1915:
Erstes Internodium 2 mm. Erstes Gelenk: 2,3, 3, 4, 2 mm.
Zweites » 1 » . Zweites » : 1,5, 2, 3, 1 » .

IV) Stadium vom 12. 7. 1915:
Erstes Internodium 1,5 mm. Erstes Gelenk: 2,3, 4, 2 mm.
Zweites » 1,5 » . Zweites » : 1,8, 2,3, 3, 1 mm.

Anatomie.

Zugrunde gelegt das am 24. 6. 1915 konservierte Material.

Internodien grün, oberseits braun und verholzt. Gelenke dunkelgrün, weich und behaart. Blätter gut entwickelt. Die ganze Länge 41 cm, Internodien 22 und 11 cm lang.

Erstes Internodium. Auf die Epidermis folgt die sehr schmale primäre Rinde, an diese schließt sich ein gut entwickelter Sklerenchymring an [1]). Die Bündel, in der Zahl

1) Plitt, S. 12: Es besitzt einen geschlossenen Rindensklerен-

13, liegen im Gewebe des Pleroms, das an die Innenseite des Sklerenchymrings grenzt. In der Mitte liegt das Mark, das etwa ein Drittel des Querschnitts einnimmt.

Die Epidermis besitzt eine stark verdickte Kutikula. Die beiden ersten hypodermalen Schichten der primären Rinde haben kollenchymatisch verdickte Membranen, die beiden folgenden nicht. An sie schließt der sechs- bis siebenschichtige kontinuierliche Sklerenchymring an. Die an ihn innen angrenzenden Schichten des Pleroms sind verdickt und verholzt. Die Bündel liegen im Parenchym des Pleroms peripher gelagert und stehen in zwei Kreisen. Die kleinen außen, die großen etwas weiter nach innen, die Zahl sämtlicher beträgt 13. Sie sind kollateral gebaut. Die Gefäße erscheinen verschieden groß, außen sind sie sehr weit, innen englumig [1]). Sekundärholz ist schon ausgebildet und faszikulares Kambium vorhanden. Die Zellschicht um die Bündel ist verholzt. Am Gefäßteil zeigen sich kräftige Fasersicheln, vor dem Siebteil erscheinen sie nicht so stark verdickt und stehen mit dem Sklerenchymring in Verbindung. Das Mark ist peripher zwischen den Bündeln stark verholzt, zentral wird es großzelliger, dünnwandiger und schwach verholzt, im letzten Stadium stärker.

Im zweiten Internodium ist kein wesentlicher Unterschied. Der Sklerenchymring ist noch nicht so stark entwickelt, auch zeigt das zentrale Mark keine so starke Verholzung.

Erstes Gelenk. Im Übergang zum Gelenk finden wir keine erheblichen Unterschiede. Die primäre Rinde besitzt hier fünf bis sechs Schichten. Im Gelenk dagegen tritt eine starke Veränderung ein, die primäre Rinde erscheint stark verdickt und die Bündel liegen im Mark verstreut. Auf dem Längsschnitt erscheinen sie als Geflecht. Die Epidermis zeigt eine stark verdickte Kutikula. Die übrigen Membranen sind

---

chymring, der die ganze Rinde innen einnimmt, ferner zwei alternierende Kreise von Gefäßbündeln.

1) Solereder, Bd. 1, S. 50—53.

nur schwach verdickt und unverholzt. In der primären Rinde finden wir die fünf hypodermalen Schichten ziemlich gleichmäßig gebaut und die Zellen kollenchymatisch verdickt. Die Schichten, die an die Stelle des Sklerenchymrings treten, besitzen unregelmäßig gebaute Zellen, sämtliche Membranen erscheinen kollenchymatisch verdickt und sind unverholzt. Das Mark ist vollständig erhalten, die Zellen sind kleiner, besitzen starke, unverholzte Membranen. Beim Übergang nach oben trennen sich die Bündel und bilden drei Bündelkreise, von denen zwei in die Blättchenstiele und einer in das zweite Internodium geht, und zwar besitzt jeder zwölf Bündel. Hier treten dann auch wieder die Verhältnisse des Internodiums ein, d. h. die primäre Rinde wird schmäler, und es findet sich wieder der Sklerenchymring. Der Übergang vom Kollenchym zum Sklerenchym erfolgt plötzlich. Die Zellen beider Gewebe greifen fingerförmig ineinander.

Auf dem Längsschnitt zeigt sich noch folgendes: Unmittelbar unterhalb des Übergangs vom ersten Internodium erscheint das Mark auch an den Bündeln verholzt. Dann folgen nach oben farblose, unverholzte Zellen. Im Gelenk bleibt das Mark unverholzt. Im Übergang nach oben beginnt es wieder zu verholzen. Der Sklerenchymring erstreckt sich bedeutend weiter als das verholzte Mark ins Gelenk bis in die Höhe der Mitte der gelben Zone im Mark, und oben bis kurz vor die Teilungsstelle der Bündel. Das verholzte Mark erscheint kuppelförmig nach dem Gelenk vorgewölbt, da die Verholzung von innen nach außen allmählich abnimmt.

Frischuntersuchung.

1) Auf reduzierenden Zucker: Am 10. 5. 1915.

Untersucht ein gut entwickeltes Blatt. Gelenke deutlich erkennbar, dunkelgrün und mit braunen Haaren besetzt. Internodien grün und noch biegsam. Länge des Blattes 30 cm, Internodien 14 und 9 cm lang.

Untersucht die Internodien unmittelbar unter und über dem ersten Gelenk und dieses selbst.

In den Internodien mit Fehlingscher Lösung intensiv ziegelroter Niederschlag im Mark. In den peripheren Schichten der primären Rinde die gerbstoffhaltigen Zellen braun gefärbt, daneben in ihnen noch roter Oxydulniederschlag. Unten mehr als oben.

In den Übergängen kein Zucker.

Im Gelenk in den hypodermalen Schichten mit Ausnahme einiger schmaler Zonen, ferner in zahlreichen Zellen der mittleren primären Rinde, vor den Bündeln, zwischen ihnen und auch im Mark rote Oxydulfärbung und brauner Gerbstoffniederschlag.

2) Auf Chlorophyll und Anthocyan: Am 1. 2. 1916.

Untersucht ein kräftiges, vollentwickeltes Blatt. Länge 42 cm, Internodien 20 und 13 cm lang, fest, auf der Oberseite braun, Unterseite grün, Gelenke weich und grün.

Internodium: In der Bündelzone sämtliche Zellen des Marks hellgrün gefärbt. In den hypodermalen Schichten einzelne Zellen dunkelgrün.

Anthocyan in zahlreichen Zellen der beiden hypodermalen Schichten auf der Oberseite. Färbung rot bis blau-violett.

Gelenk: In den peripheren Schichten der primären Rinde und in den Bündeln deutliche Grünfärbung. In den Übergängen nur in den peripheren Schichten des Marks.

Untersuchung des konservierten Materials.

Die Internodien wurden stets 5—6 cm unterhalb des Gelenks geschnitten.

Konserviert am 24. 6. 1915.

Morphologie s. S. 147.

Nach dem Konservieren Internodien braun, Gelenke tief dunkelbraun.

Erstes Internodium. Stärke. Lupenbild: Nur in der Bündelzone schwache Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Nähe der Gefäßteile der inneren Bündel in zahlreichen Zellen Blaufärbung. Im peripheren Mark nur wenige Zellen schwach blau gefärbt.

Gerbstoff. Lupenbild: In der Epidermis und den zwei hypodermalen Schichten der primären Rinde tiefbrauner Niederschlag.

Mit stärkerer Vergrößerung: In Epidermis tiefbraune Farbe, desgl. in der hypodermalen Schicht und in zahlreichen Zellen der folgenden Schicht. Heller gefärbt einige Zellen der äußeren Schichten des Sklerenchymrings, Bündel gelb gefärbt.

Erstes Gelenk. Stärke. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk um den Siebteil der Bündel eine schwach blau gefärbte Stärkescheide. Dann im Gelenk auf der Außenseite und an den Seiten der Bündel eine ein- bis zweischichtige blau gefärbte Stärkescheide. In den Zellen zwischen den Bündeln schwache Blaufärbung. Im Gelenk, wo sich die Bündel zu teilen beginnen, und so im Mark zerstreut liegen, um sie herum stets eine ein- bis zweischichtige blaue Stärkescheide. Im Übergang zum zweiten Internodium um die Bündel mit Ausnahme der Innenseite eine zweischichtige hellblau gefärbte Stärkescheide, zwischen den Bündeln dunkler.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk in der zweiten Zellschicht um die Bündel am Siebteil stets Blaufärbung, am Gefäßteil und zwischen den Bündeln auf der Oberseite ebenfalls. Im Gelenk Stärkescheide um die Bündel einschichtig, selten zweischichtig und dunkelblau gefärbt, dem Verlauf der Bündel folgend, am Siebteil dunkler als am Gefäßteil. Beim Übergang zum zweiten Internodium eine Zellschicht auf der Innenseite der Bündel dunkelblau gefärbt, heller die Zellen zwischen den Bündeln. Am Siebteil nur schwache Blaufärbung.

Längsschnitt: Im Übergang vom ersten Internodium zum

Gelenk, wo nur das mittlere Mark verholzt ist, nur zwischen den Bündeln, wo noch zartwandige Zellen sich finden, deutliche Blaufärbung. Weiter nach oben im unverholzten mittleren Mark Stärke in feiner Verteilung in geringer Menge. In der Bündelzone Färbung etwas intensiver. Im Gelenk im Mark unterhalb des Bündelgeflechts Stärke in einiger Menge in sehr feiner Verteilung, Färbung schwach blau. In der folgenden Zone um die Bündel im Mark in einer Zellschicht dunkelblaue Färbung, die übrigen Zellen schwachblau, einige farblos. Über dem Bündelgeflecht im Mark Stärke in sehr feiner Verteilung, und zwar mehr als unterhalb, Färbung schwach blau. Mit der Entfernung nach oben Abnahme der Menge und im verholzten Mark keine Stärke mehr.

Im Gelenk ein schwaches Maximum.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk nur in der Epidermis und den hypodermalen Schichten Braunfärbung. Im Gelenk selbst, außerdem im Kollenchym und in der Bündelzone zahlreiche braungefärbte Idioblasten. Im Übergang zum zweiten Internodium nur in der Epidermis und in der hypodermalen primären Rinde Braunfärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk Epidermis hellbraun gefärbt. In der primären Rinde in drei bis vier hypodermalen Schichten dunkelbrauner Niederschlag, in den übrigen Schichten und im Sklerenchymring zahlreiche, dunkelbraun bis gelbbraun gefärbte Idioblasten. Bündel gelb gefärbt.

Im Gelenk selbst Epidermis tief dunkelbraun. In der primären Rinde die ersten fünf bis sechs hypodermalen Schichten rotbraun, z. T. dunkler gefärbt, mit Ausnahme einiger schmaler farbloser Zonen. In den folgenden Schichten zahlreiche dunkelbraun bis gelbbraun gefärbte Idioblasten, die innersten Schichten und das Kollenchym an Stelle des Sklerenchymrings nur mit gelblich braunen, wenigen dunkleren Idioblasten. Im peripheren Mark und zwischen den Bündeln zahlreiche Idio-

blasten von rot- bis dunkelbrauner Färbung, im zentralen Mark die Zahl geringer.

Im Übergang zum zweiten Internodium Epidermis braun. Die hypodermalen Schichten bis zum Sklerenchymring und in diesem einzelne Zellen mit dunkelbraunem Niederschlag. In den Bündeln im Siebteil und in der Zellschicht um sie gelbbraune Färbung. Desgl. in den inneren Zellen des Gefäßteils beim Faserstrang. Im Kambium Färbung etwas dunkler. Im Gelenk Mark schwach gelb gefärbt, Bündel intensiv. In den Übergängen keine Färbung im Mark.

Maximum im Gelenk, da nur hier in den inneren Geweben Idioblasten. In den Übergängen sehr schroffe Abnahme der Gerbstoffmenge.

Zweites Internodium. Stärke. Lupenbild: In der Bündelregion schwache Blaufärbung. Mit stärkerer Vergrößerung: In der Bündelzone zwischen den Gefäßteilen der Bündel schwache Blaufärbung; in ihrer unmittelbaren Nähe etwas stärker.

Gerbstoff. Lupenbild: In der Epidermis und der peripheren primären Rinde dunkelbrauner Niederschlag.

Mit stärkerer Vergrößerung: Dunkelbrauner Nierderschlag in der Epidermis, in der ersten hypodermalen Schicht, sowie in zahlreichen Idioblasten der zweiten Schicht, und in einzelnen Zellen der an den Sklerenchymring grenzenden Schicht.

Zweites Gelenk. Stärke. Lupenbild: Im Übergang vom Internodium zum Gelenk in der Zellschicht um die Bündel Blaufärbung. Im Gelenk selbst ganz um die Bündel auch im Mark. Im Übergang zum Blattstiel nur auf der Innenseite der Bündel schwache Blaufärbung.

Längsschnitt: Im unverholzten Mark im Internodium und im Übergang zum Gelenk in einigen Zellen fein verteilte Stärke von hellblauer Färbung. Im Gelenk unter und über dem Bündelgeflecht im Mark keine Färbung. In demselben in einer Zellschicht um die Bündel tiefblaue Färbung. In den übrigen Zellen des Marks heller. In der Bündelzone im Ge-

lenk und in den Übergängen Blaufärbung auf der Außenseite der Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom zweiten Internodium eine ein- selten zweischichtige blau gefärbte Stärkescheide vor dem Siebteil der Bündel, bei den äußeren Bündeln auch am Gefäßteil. Im Gelenk Stärkescheide ganz um die Bündel, ihrem Verlauf folgend. Im Übergang zum Blattstiel an den Seiten der Gefäßteile der inneren Bündel wenige blau-, vereinzelt nur schwach blau gefärbte Zellen.

Menge etwas größer als im ersten Gelenk.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom zweiten Internodium zum Gelenk: Epidermis braun, die hypodermalen Schichten der primären Rinde rotbraun gefärbt. Im Gelenk Epidermis dunkelbraun, desgl. die hypodermalen Schichten, zahlreiche Idioblasten der mittleren Rinde, und wenige vor den Bündeln, jedoch weiter nach oben zahlreicher. Im Übergang zum Blattstiel nur in Epidermis und in den hypodermalen Schichten Braunfärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom zweiten Internodium Epidermis braun gefärbt. Die ersten fünf bis sechs hypodermalen Schichten, mit Ausnahme einiger schmaler farbloser Zonen rotbraun, die beiden innersten Schichten dunkler. Vereinzelte Idioblasten der Schichten unmittelbar vor dem Sklerenchymring dunkelbraun.

Im Gelenk Epidermis braun, z. T. gelbbraun gefärbt. In der primären Rinde die fünf bis sechs hypodermalen Schichten dunkel- bis hellbraun gefärbt. In der mittleren Zone zahlreiche Idioblasten mit rot- bis tiefbraunem Niederschlag. Tiefbraun einzelne Idioblasten zwischen den Bündeln und vor ihnen, einzelne auch im Mark. Im Bündelgeflecht Idioblasten zwischen den Bündeln zahlreicher.

Im Übergang zum Blattstiel Epidermis gelbbraun, Kutikula intensiv gelb gefärbt. In den beiden hypodermalen Schichten brauner Niederschlag, desgl. in einzelnen Idioblasten der folgenden Schichten und im Sklerenchymring.

Maximum im Gelenk. Hier auch in den inneren Geweben Gerbstoffniederschlag, ziemlich plötzliche Abnahme in den Übergängen, in denen Gerbstoff nur in der Epidermis und in der peripheren primären Rinde. Menge geringer als im ersten Gelenk.

Oxalat: In Form von Drusen im Übergang vom zweiten Internodium und im Gelenk in der mittleren primären Rinde ziemlich viel.

Konserviert am 23. 4. 1915.

Das untersuchte Blatt noch wenig entwickelt, 17 cm lang, nur ein Gelenk ausgebildet. Die Blattstiele der drei Blättchen nur schwach entwickelt, nur einer etwas stärker. Internodium 10 cm lang, weich und hellbraun, und wie das grüne Gelenk mit braunem Haarfilz versehen. Blättchen sehr weich, stark mit Haaren besetzt und nicht voll entfaltet. Im ganzen Blatt keine Verholzung.

Nach dem Konservieren: Internodien hellbraun, Gelenk und die anstoßenden Teile dunkler gefärbt.

Auffallend bei der mikroskopischen Untersuchung ist, daß in sämtlichen Geweben eine gelbliche Färbung auftritt. Diese verliert sich in den folgenden Stadien, bleibt jedoch den Bündeln eigen.

Erstes Internodium. Anatomie: Keine Verholzung, alles Gewebe zart. Sklerenchymring sehr schmal, und nur wenig verdickte Membranen.

Stärke. Lupenbild: In der Bündelzone intensive Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Zwischen den äußeren, und vor den inneren Bündeln in vier bis fünf Zellschichten tiefblaue Färbung, besonders in der an die Bündel grenzenden Zellschicht.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis um die hypodermalen Schichten braun.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis dunkelgelbbraun.

Die hypodermale Schicht tief- bis rotbraun, zahlreiche Idioblasten der folgenden zwei Schichten rotbraun gefärbt. Weitere Schichten, in denen sich der Sklerenchymring auszubilden beginnt, in sehr zahlreichen Zellen diffuse Gelbfärbung. Diese auch in den Bündeln mit Ausnahme der weitlumigen Gefäße.

Gelenk. Anatomie: Keine Verholzung. Epidermis mit nur schwach verdickten Membranen. Hypodermale Schichten nur schwach kollenchymatisch verdickt.

Stärke. Lupenbild: Im Übergang vom Internodium zum Gelenk zwischen den äußeren Bündeln tiefblaue Färbung, zwischen den inneren nur schwach. Im Gelenk Färbung zwischen den Bündeln schwächer, stärker jedoch im zentralen Mark. Im Übergang zum Blattstiel in den drei Bündelkreisen und im Mark schwache Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom Internodium zwischen den äußeren und vor den inneren Bündeln Zellen tiefblau gefärbt, zwischen den inneren nur schwach. Im peripheren Mark in zwei bis drei Zellschichten in Bündelnähe schwache Blaufärbung durch ganz feine Stärkekörnchen. Im Gelenk vor den äußeren Bündeln, zwischen ihnen und vor den inneren Blaufärbung. Im Mark schwache Blaufärbung durch sehr feine Stärkekörnchen, einige Zellen farblos. Abnahme der Menge von außen nach innen. Weiter nach oben Ausgleich der Menge zwischen Bündelzone und Mark. Im Übergang nach den Blattstielen sehr viel Stärke in der Bündelzone, hier mehr als im Mark.

Längsschnitt: Im Übergang vom Internodium in der äußeren Bündelzone tiefblaue Färbung. Im unverholzten Mark Stärke in sehr feiner Verteilung. Zuerst sehr viele Zellen hellblau gefärbt, nach dem Gelenk hin Zunahme der Menge, auch einige Zellen dunkler gefärbt, Gewebe marmoriert erscheinend.

Im Gelenk unterhalb des Bündelgeflechts in der primären Rinde und den nach innen angrenzenden Schichten in geringer Menge fein verteilte, blau gefärbte Stärke. In der Bündel-

zone Färbung nicht so intensiv wie im Übergang. Im Mark Stärke in großer Menge, alle Zellen deutlich blau gefärbt. In der Höhe des Bündelgeflechts in der primären Rinde fein verteilte blau gefärbte Stärke auch in den gerbstoffführenden Zellen, in den anschließenden Geweben Färbung etwas schwächer. Um die Bündel intensiv blau, in den übrigen Zellen des Marks deutliche Blaufärbung. Nach oben und unten in der primären Rinde hellblaue Färbung, allmählich schwächer werdend, nach unten früher.

Über dem Geflecht in der Bündelzone außen Blaufärbung, Mark blau durch fein verteilte Stärke, einzelne Zellen farblos. An der Gabelungsstelle der Blattstiele das Gewebe außerhalb der Bündel hellblau gefärbt durch fein verteilte Stärke. In der anschließenden primären Rinde Färbung etwas stärker. Am Treffpunkt der beiden Blattstiele jedoch in einem Keil von Zellen keine Blaufärbung. In den innersten Zellen schwach.

Ein geringes Maximum im Übergang vom Internodium zum Gelenk unmittelbar unter dem Bündelgeflecht, ein geringes zweites darüber. Menge im Gelenk erheblich größer als im vorher untersuchten Stadium vom 24. 6.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom Internodium Epidermis braun, desgl. die hypodermalen Schichten und zahlreiche Zellen der mittleren Rinde. Im Gelenk schon zahlreiche Idioblasten in der Bündelzone. Beim Übergang zum Blattstiel im Gewebe zwischen den drei Bündelkreisen mehrere braune Idioblasten und in den vorher beim Übergang zum Internodium genannten Zellen.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom Internodium Epidermis gelb- bis rotbraun, die beiden hypodermalen Schichten rot- bis dunkelbraun. Ebenso zahlreiche Idioblasten der folgenden drei Schichten. In zahlreichen Zellen der Gefäßteile und auch im Siebteil gelbbrauner Niederschlag.

Im Gelenk Epidermis gelbbraun. Die fünf hypodermalen Schichten rotbraun gefärbt. Einzelne schmale Zonen schwächer oder gelbbraun gefärbt. Die sechste Schicht gerbstoffrei. In

der mittleren primären Rinde und in der Zellschicht vor den Bündeln, sowie zwischen diesen zahlreiche Idioblasten mit braunem oder gelbbraunem Niederschlag. Bündel diffus gelbbraun gefärbt. Im Grundgewebe gleichmäßig gelbliche Färbung.

Im Übergang zum Blattstiel Epidermis gelbbraun, die fünf bis sechs hypodermalen Schichten rotbraun, mitunter unterbrochen von einer schmalen Zone hellerer Zellen. Die beiden folgenden Schichten gerbstoffrei. In der mittleren primären Rinde zahlreiche gelb- bis rotbraun gefärbte Idioblasten.

Längsschnitt: Im Gelenk zahlreiche Idioblasten, auch die gerbstoffhaltigen hypodermalen Schichten zahlreicher. Maximum im Gelenk. Abnahme in den Übergängen sehr schroff. Menge erheblich geringer als am 24. 6.

Konserviert am 29. 5. 1915.

Untersucht ein 42 cm langes Blatt. Länge der Internodien 23 und 11 cm. Fest und oberseits rotbraun, unterseits grün gefärbt. Gelenke weich und dunkelgrün, mit braunen Haaren besetzt. Blätter fest und groß.

Nach dem Konservieren: Internodien grünlichbraun, Gelenkpartien dunkelbraun.

Erstes Internodium. Anatomie: Sklerenchymring und Markstrahlen verholzt, Mark mit nicht so dicken Membranen. Epidermis stark verdickte Membranen, primäre Rinde kollenchymatisch verdickt.

Stärke: Fehlt.

Gerbstoff. Lupenbild: In den hypodermalen Schichten und z. T. im Sklerenchymring Braunfärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Epidermis schwache Gelbbraunfärbung. Braun gefärbt die erste hypodermale Schicht, die zweite mit Ausnahme einzelner Zellen, und einige Zellen des Sklerenchymrings.

Erstes Gelenk. Anatomie: In den Übergängen wie im Internodium Verholzung. Mark im Gelenk unverholzt. Die an die Stelle des Sklerenchymrings getretenen Zellschichten schwach kollenchymatisch verdickt, desgl. die primäre Rinde.

Stärke. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium zwischen den Siebteilen der äußeren Bündel Blaufärbung. Im Gelenk zwischen den Bündeln eine zweischichtige, blaugefärbte Stärkescheide, an den inneren Bündeln nur auf der Siebteilseite. Im Übergang zum zweiten Internodium um jeden Bündelkreis eine blaugefärbte Stärkescheide.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium in der Stärkescheide auf der Außenseite der Bündel und an ihrer Innenseite in einer Schicht tiefblaue Färbung, in der angrenzenden in zahlreichen Zellen. Zwischen den äußeren Bündeln hellblaue Färbung.

Im Gelenk zunächst in zwei Zellschichten um die äußeren Bündel ringsum, und an den inneren vor dem Siebteil und an den Seiten deutliche Blaufärbung. In den benachbarten Zellen oft etwas schwächere Färbung. Bei der Teilung der Bündel die stärkeführenden Schichten um diese blau gefärbt.

Im Übergang zum zweiten Internodium zwischen den Bündeln und in zwei Schichten vor ihnen schwache Blaufärbung.

Längsschnitt: Im Übergang vom ersten Internodium Bündelzone blau gefärbt. Im Mark nur vereinzelte schwach blau gefärbte Stärkekörner. Im Gelenk außen Zunahme der Färbung in der Bündelzone. Im Mark nur vereinzelte blaue Stärkekörner. An der Teilungsstelle der Bündel um diese in einer Zellschicht tiefblaue Färbung, dazwischen schwächer. In den äußeren Geweben vereinzelt blaue feinkörnige Stärke. Über dem Bündelgeflecht um die Bündel Blaufärbung, an der Teilungsstelle der Blattstiele im kollenchymatischen Gewebe vereinzelte schwachblaue Stärkekörner. In den anstoßenden Teilen der Blattstiele im Mark ebenfalls. In der Bündelzone

Blaufärbung. In den gerbstoffführenden Zellen der primären Rinde fein verteilte Stärke.

Unter und über dem Bündelgeflecht zwei schwache Maxima. Menge etwas geringer als am 24. 6., aber erheblich geringer als im vorhergehenden Stadium vom 23. 4.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium zunächst noch wie im Internodium, Epidermis gelbbraun, die hypodermalen Schichten braun, in den folgenden Schichten zwischen den Bündeln zahlreiche braune Idioblasten, im Mark weniger und hellere. Im Gelenk Färbung in den hypodermalen Schichten und in den Idioblasten dunkler, in der Bündelzone Zunahme der Idioblasten. Im Mark auch im Bündelgeflecht.

Im Übergang zum zweiten Internodium Epidermis und hypodermale Schichten braun. Im Mark vor den Bündeln und zwischen den drei Bündelkreisen zahlreiche hellbraune Idioblasten. Innerhalb der drei Kreise weniger.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium Epidermis schwach gelbbraun. Die beiden hypodermalen Schichten sowie zahlreiche Idioblasten der folgenden Schichten und einzelne Zellen des Sklerenchymringes hell- bis dunkelbraun gefärbt. Weiter nach dem Gelenk zu Epidermis hellbraun. Die vier hypodermalen Schichten, mit Ausnahme einiger farbloser Zonen, wie zahlreiche Idioblasten der folgenden Schichten rot- bis tiefbraun gefärbt. In der Bündelzone sowie vor den Bündeln und im Mark häufige Idioblasten mit gelbbraunem bis dunkelbraunem Niederschlag.

Im Gelenk Epidermis gelb, einige Zellen gelbbraun, z. T. mit Gerbstofftröpfchen. Die fünf bis sechs hypodermalen Schichten tiefbraun mit einigen farblosen Zonen. In den folgenden Schichten sehr zahlreiche Idioblasten. Diese auch in der Bündelzone. Vor allem zwischen den Bündeln und vor ihnen. Im Mark nur wenige hellbraune. Im mittleren Teil des Gelenks in der Epidermis einige Zellen dunkler gefärbt, z. T. mit Gerbstofftröpfchen. Die sechs hypodermalen

Schichten rot- bis tiefbraun. In den mittleren Schichten der primären Rinde nur wenige, zwischen den Bündeln auch im Mark viele braune bis hellbraune Idioblasten. In der Einbuchtung Niederschlag stärker, vor allen in den hypodermalen Schichten, dann auch die Idioblasten in der mittleren Rinde sehr zahlreich.

Im Übergang zum zweiten Internodium Epidermis gelbbraun, einige Zellen dunkler, andere mit braunen Gerbstofftröpfchen erfüllt. Die sechs hypodermalen Schichten rot- bis tiefdunkelbraun mit einigen farblosen Zellen. In den folgenden drei Schichten zahlreiche dunkelbraune Idioblasten. In den zwei bis drei Schichten um die einzelnen Bündelkreise zahlreiche, zwischen den Bündeln und dem Mark weniger, Idioblasten mit gelbbraunem, rot- bis z. T. dunkelbraunem Niederschlag.

Maximum im Gelenk, Abnahme nach den Internodien ziemlich schroff. Menge geringer als am 23. 4. und am 24. 6.

Oxalat: Sehr große Drusen von oxalsaurem Kalk im Übergang zum Gelenk, wenig im Sklerenchymring. Im Gelenk zahlreicher, in den inneren Schichten der Rinde, aber nur in bestimmten Zellkomplexen. Im Übergang zum zweiten Internodium ziemlich zahlreich im Gewebe zwischen den einzelnen Bündelkreisen.

Zweites Internodium. Anatomie: Starke Verholzung im Sklerenchymring, in der Zellschicht um die Bündel und in den Markstrahlen, schwächer im Mark.

Stärke: Im Gegensatz zum ersten Internodium die an den Sklerenchymring grenzenden Zellschichten in Bündelnähe schwach blau gefärbt.

Gerbstoff: Weniger als im ersten Internodium. Epidermis schwächer, hypodermale Schichten sowie einzelne Zellen des Sklerenchymrings mit stärkerem hellbraunem Niederschlag. Menge geringer als im zweiten Internodium vom 24. 6.

Zweites Gelenk. Anatomie: Zellschichten an Stelle des Sklerenchymringes stark kollenchymatisch verdickt, Mark

unverholzt, aber mit verdickten Membranen. Verholzung in den Übergängen wie im Internodium.

Stärke: Verteilung wie im ersten Gelenk, aber Menge geringer, auch als im zweiten Gelenk vom 24. 6.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom zweiten Internodium in der Bündelzone nur wenige braune Idioblasten, auch in den übrigen Teilen des Gelenks, nicht so zahlreich. Die hypodermale Zone der gefärbten Zellen um eine Schicht breiter, sonst Verteilung wie im ersten Gelenk. Auch mit stärkerer Vergrößerung keine erheblichen Unterschiede, Menge geringer als im zweiten Gelenk vom 24. 6.

Oxalat: Drusen in ziemlicher Zahl im Gelenk in der mittleren Rinde, und im Übergang zum Blattstiel in den inneren Geweben zwischen den einzelnen Bündelkreisen.

Konserviert am 12. 7. 1915.

Das untersuchte Blatt 42 cm lang. Internodien 23 und 10 cm lang, grün, das untere an der Basis etwas dunkler, und fest. Gelenke weich, deutlich dunkelgrün abgesetzt und mit braunen Haaren versehen. Blätter voll entwickelt und derb.

Nach dem Konservieren: Internodien braun, Gelenke tiefdunkelbraun.

Erstes Internodium. Anatomie: Epidermis stark verdickt. Primäre Rinde sehr stark kollenchymatisch verdickt. Im Sklerenchymring in der Zellschicht um die Bündel, in den Markstrahlen und im peripheren Mark sehr starke Verholzung, auch im Gefäßteil der Bündel, nicht so stark im zentralen Mark.

Stärke. Lupenbild: In der Bündelzone außen schwachblaue Färbung, innen dunkelblau.

Mit stärkerer Vergrößerung: In drei Zellschichten um den Gefäßteil deutliche Blaufärbung. Am Siebteil und in den zwischen den Bündeln liegenden Zellen hellblaue Färbung. Bedeutend mehr Stärke als im zweiten und dritten Stadium, jedoch weniger als im ersten Stadium.

Gerbstoff. Lupenbild: In Epidermis und den hypodermalen Schichten Braunfärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun. Die hypodermale Schicht sowie zahlreiche Idioblasten der folgenden dunkelbraun gefärbt, einzelne des Sklerenchymrings hellbraun.

Menge geringer als am 23. 4. und 23. 6., jedoch größer als am 29. 5.

Erstes Gelenk. Anatomie: In den Übergängen Mark sehr stark verholzt, sonst wie im Internodium. Im Gelenk großzellig mit stark verdickten Membranen. Primäre Rinde und Zellschichten an Stelle des Sklerenchymrings stark kollenchymatisch verdickt, Bündel im Gefäßteil verholzt.

Stärke. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium in der inneren Bündelzone deutliche Blaufärbung. Im Gelenk im Längsschnitt auf der Außenseite der Bündel eine Schicht schwachblau gefärbter Zellen. Im Übergang zum zweiten Internodium keine Stärke.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium zwischen den Gefäßen der inneren Bündel deutliche Blaufärbung, in den mehr peripher gelagerten Schichten bei den Gefäßen der äußeren Bündel Färbung schwächer. Im Gelenk in einer Zellschicht auf der Außenseite der Bündel schwache Blaufärbung. Im Übergang zum zweiten Internodium keine Stärke.

Längsschnitt: Im Übergang zum ersten Internodium in der Bündelzone Verholzung. Auf der Innenseite der Bündel in den angrenzenden Schichten des verholzten Marks tiefe Blaufärbung, in der Bündelzone hellblau. Weiter nach oben an der Grenze der Verholzung im Mark die inneren Zellen auch blau gefärbt. Im unverholzten Mark unterhalb des Bündelgeflechts schwache hellblaue Färbung durch fein verteilte Stärke. In der Bündelzone deutliche Blaufärbung. Beim Bündelgeflecht in einer Schicht um die Bündel Blaufärbung. In den übrigen Zellen des Marks nur schwach. Über dem

Bündelgeflecht und im Übergang zum zweiten Blattstiel nur in der Bündelzone hellblaue Färbung.

Maximum im Übergang vom ersten Internodium. Menge erheblich geringer als im jüngsten Stadium, aber größer als im zweiten und dritten.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium Epidermis in zahlreichen Idioblasten der hypodermalen Schichten hellbraun gefärbt. Im Gelenk in Epidermis und den hypodermalen Schichten, mit Ausnahme einzelner schmaler Zonen brauner Niederschlag. In den inneren Schichten vor den Bündeln und zwischen ihnen zahlreiche, im Mark wenige braune Idioblasten. Im Übergang zum zweiten Internodium Epidermis und hypodermale Schichten hellbraun gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium Epidermis braun, die beiden hypodermalen Schichten rot- bis dunkelbraun, ebenfalls zahlreiche Idioblasten der folgenden drei Schichten.

Im Gelenk Epidermis tiefbraun gefärbt, die drei hypodermalen Schichten rotbraun, die folgenden zwei dunkelbraun, in allen fünf einzelne schmale farblose Zonen. In den angrenzenden Schichten und vor den Bündeln, sowie zwischen ihnen in der mittleren Rinde im Mark wenige Idioblasten mit meist dunkel-, selten rotbraunem Niederschlag. Beim Bündelgeflecht Idioblasten im Mark zahlreicher. Fehlen derselben aber sofort beim Übergang zum zweiten Internodium. Hier Epidermis hellbraun gefärbt, ebenso die beiden hypodermalen Schichten mit Ausnahme schmaler farbloser Zonen, zahlreiche Idioblasten in den folgenden Schichten.

In den Bündeln im Übergang zum Internodium im Siebteil diffuse Gelbfärbung, etwas dunkler in der Zellschicht um die Bündel und beim Faserstrang am Gefäßteil, sowie in einigen inneren Zellen. Im Gelenk in allen Teilen auch in der umgebenden Zellschicht intensive gelbbraune Färbung, im Kambium dunkler. Im Übergang nach oben im Siebteil schwache

Gelbfärbung etwas stärker im Kambium und in der Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel.

In den Idioblasten der inneren Gewebe Gerbstoff körnig oder in Tröpfchenform ausgefallen, während in den peripheren Schichten diffuser Niederschlag.

Maximum im Gelenk, Abnahme sehr schroff in den Übergängen. Menge größer als in den früheren Stadien.

Oxalat: Drusen im Gelenk ziemlich viel in der primären Rinde und den angrenzenden Schichten. In den Übergängen kein Oxalat.

Zweites Internodium. Anatomie: Wie im ersten Internodium sehr starke Verholzung, auch das zentrale Mark ziemlich stark verholzt.

Stärke. Lupenbild: In der Bündelzone tiefe Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Zwischen den Bündeln, namentlich zwischen den Gefäßteilen der inneren tiefblaue Färbung. Vor den Siebteilen der äußeren keine Färbung. In dem an den Sklerenchymring grenzenden Parenchym des Pleroms hellblaue Färbung.

Menge größer, als im ersten Internodium, auch erheblich größer als im zweiten der beiden vorhergehenden Stadien.

Gerbstoff: Dieselbe Menge und Verteilung wie im ersten Internodium, etwas mehr als im zweiten der früheren Stadien.

Zweites Gelenk. Anatomie: In den Übergängen Verholzung wie im Internodium. Nach dem Gelenk zu Abnahme der Verholzung zuerst im Mark. Im Gelenk keine Verholzung.

Stärke: Erheblich mehr als im ersten Gelenk, und auch als im zweiten Gelenk des zweiten und dritten Stadiums. Lupenbild: Im Übergang vom zweiten Internodium um die Gefäßteile der Bündel tiefblaue Färbung, außen nur schwach. Im Gelenk auf der Außenseite der Bündel hellblaue Färbung, zwischen ihnen nur schwach. Im Übergang zum Blattstiel

am Gefäßteil der inneren Bündel auf der Innenseite tiefdunkelblaue Färbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom zweiten Internodium zwischen den Gefäßteilen der inneren Bündel dunkelblaue Färbung, z. T. auch noch an den Gefäßen der äußeren Bündel, weiter nach außen Abnahme der Färbung.

Im Gelenk in ein bis zwei Zellschichten auf der Außenseite der Bündel, z. T. auch an den Seiten Blaufärbung. Zwischen den Bündeln nur schwache Färbung, die unverholzten Zellen wenig oder nur schwach gefärbt.

Im Übergang zum Blattstiel in einer Zone des Marks in zwei Schichten, unmittelbar an die Gefäße grenzend, tiefdunkelblaue Färbung, z. T. auch zwischen den Zellen in den Gefäßteilen der inneren Bündel. In einer Zellschicht vor dem Siebteil der Bündel vereinzelt schwache Blaufärbung.

Längsschnitt: Im Übergang vom zweiten Internodium wie im ersten Gelenk. Beim Bündelgeflecht und in einer Zellschicht des Marks um die Bündel hellblaue Färbung, in der angrenzenden nur schwach. Sonst im Mark nur vereinzelte Zellen schwachblau gefärbt durch fein verteilte Stärke. Im Übergang zum Blattstiel des oberen Blättchens erhebliche Blaufärbung auf der Innenseite und zwischen den Gefäßteilen. Beim Siebteil nur schwach. Im zentralen Mark keine Färbung.

Maximum in den Übergängen, im Gelenk Abnahme.

Gerbstoff: Verteilung dieselbe wie im ersten Gelenk. In den Übergängen annähernd die gleichen Mengen, im Gelenk jedoch bedeutend weniger Gerbstoff, da die Idioblasten nicht so zahlreich. Maximum im Gelenk, Menge jedoch größer als im zweiten Gelenk der beiden vohergehenden Stadien.

Oxalat: Sehr zahlreiche Drusen in der Rinde und über dem Bündelgeflecht auch in dem inneren Gewebe. In den Übergängen kein Oxalat.

Drusen bedeutend größer als früher, auch eine erhebliche Zunahme.

Zusammenfassung.

Die Blätter sind unpaarig gefiedert mit fünf Blättchen. Die Stielinternodien sind im voll entwickelten Blatt derb. Die Gelenke setzen sich aus drei Gelenken zusammen, die in der Spitzenregion getrennt sind, unten bilden sie ein Gelenk, das auch in das untere Internodium sich etwas erstreckt, von diesem aber deutlich abgesetzt ist. Die Gelenke bleiben weich und dunkelgrün gefärbt.

1) Anatomie: An die sehr schmale primäre Rinde, deren beide hypodermale Schichten kollenchymatisch verdickt sind, schließt sich ein breiter, kontinuierlicher und stark verholzter Sklerenchymring an. Die schwach verdickten und unverholzten Fasersicheln, die sich am Siebteil der Bündel befinden, stehen mit dem Sklerenchymring in Verbindung. Zwischen ihnen befinden sich markstrahlartige Ausbuchtungen. Die Bündel stehen in zwei Kreisen, die kleinen außen, die großen innen. Die Gesamtzahl der Bündel beträgt in einem speziellen Fall 13. In den kollateral gebauten Bündeln findet sich auch Kambium. Auf der Innenseite der Bündel befinden sich am Gefäßteil schwach verholzte Fasersicheln. Die Zellschicht um die Bündel verholzt sehr früh. Die Markstrahlen besitzen verdickte und verholzte Membranen. Das periphere Mark ist kleinzelliger und stärker verholzt als das zentrale, das erst im letzten Stadium verholzt.

Im Übergang zum Gelenk finden wir dieselben Verhältnisse, die primäre Rinde setzt sich aus zahlreicheren Schichten zusammen. Das Gelenk zeigt erhebliche Abweichungen. Die primäre Rinde ist sehr dick und an die Stelle des Sklerenchymrings sind kollenchymatisch verdickte Zellschichten getreten. Die Bündel liegen im Mark zerstreut, auf dem Längsschnitt erscheinen sie als Geflecht. In der primären Rinde besitzen die fünf hypodermalen Schichten gleichmäßig gebaute und kollenchymatisch verdickte Zellen. Die übrigen Zellschichten, die an die Stelle des Sklerenchymrings treten,

haben unregelmäßig gebaute Zellen, mit schwach kollenchymatisch verdickten Membranen. Das Mark besitzt kleinere Zellen als im Internodium, die ziemlich gleichmäßig gebaut sind und in den ersten Stadien zarte, später verdickte Membranen besitzen, die jedoch nie verholzen.

Beim Übergang nach oben ordnen sich die Bündel in drei Bündelkreise, mit je zwölf Bündeln in einem speziellen Fall, von denen zwei in die Blättchenstiele und einer ins zweite Internodium gehen, bezw. beim zweiten Gelenk alle in die Blättchenstiele. Im Übergang bildet sich dann auch wieder der Sklerenchymring aus und es tritt die Verholzung wie im Internodium ein.

Während der Entwicklung zeigen sich folgende Veränderungen: Im ersten Stadium fehlt die Verholzung vollständig.

Im zweiten Stadium ist im Internodium der Sklerenchymring gut ausgebildet, und wie die Markstrahlen stark verholzt, das Mark zeigt nicht so starke Verholzung. Im Gelenk fehlt die Verholzung, jedoch besitzt das Mark schwach verdickte Membranen.

Das folgende Stadium weist im Internodium im peripheren Mark und um die Bündel starke Verholzung auf, im zentralen Mark nicht so stark. Das Gelenk zeigt keine Unterschiede gegen das vorige Stadium.

Die Verholzung nimmt im letzten Stadium zu, auch der Gefäßteil der Bündel ist stark verholzt. Im Gelenk erscheinen die an Stelle des Sklerenchymrings getretenen Zellschichten stärker kollenchymatisch verdickt, im Mark sind die Zellen kleiner und kürzer geworden und besitzen stark verdickte Membranen.

Im oberen Internodium ist in allen Stadien die Verholzung stärker als im unteren.

2) Chlorophyll: Findet sich im Internodium in der Bündelzone in sämtlichen Zellen des Marks, und sehr viel in den beiden hypodermalen Schichten in einzelnen Zellen. Im

Übergang zum Gelenk tritt das Chlorophyll nur in den peripheren Schichten des Marks auf.

Im Gelenk selbst findet sich dagegen sehr viel, und zwar im äußeren Teil der primären Rinde und in den Bündeln, schon äußerlich ist die Anhäufung von Chlorophyll im Gelenk durch dessen intensive Grünfärbung erkenntlich.

3) Anthocyan: Tritt im Internodium in den beiden hypodermalen Schichten in zahlreichen Zellen der Oberseite auf. Im Gelenk fehlt es.

4) Reduzierender Zucker: Es wurde nur ein Stadium untersucht. In den Internodien haben wir im Mark intensiv ziegelroten Niederschlag, während dieser in den peripheren Schichten der primären Rinde braun durch ausgefällten Gerbstoff erscheint, daneben auch roter Oxydulniederschlag. Im unteren Internodium finden wir eine größere Menge als im oberen. In den Übergängen zum Gelenk fehlt der Zucker.

Im Gelenk liegt der Zucker in den hypodermalen Schichten in den gerbstoffführenden Zellen, ferner in zahlreichen Zellen der mittleren primären Rinde, vor den Bündeln zwischen und im Mark und zwar in den gleichen Zellen wie der Gerbstoff.

5) Stärke: Im allgemeinen findet sich im Internodium die Stärke in der Bünzelzone und im peripheren Mark. Im Gelenk meist zwischen den Bündeln im Mark. Selten nur finden wir Stärke in der primären Rinde.

Im ersten Stadium vom 23. 4. findet sich sehr viel Stärke. Im Internodium liegt sehr viel zwischen den äußeren und vor den inneren Bündeln, am meisten in der den Bündeln benachbarten Zellschicht. Im Gelenk haben wir im Übergang zum Internodium zwischen den äußeren und inneren Bündeln die gleiche Menge wie im Internodium. Zwischen den inneren Bündeln findet sich nur wenig, ebenso im peripheren Mark in zwei bis drei Zellschichten an den Bündeln. Im Gelenk selbst in der Bündelregion wie vorher, sonst in den meisten Zellen des Marks wenig. Weiter nach oben in Mark und Bündelzone gleichviel. Im Übergang zum Blattstiel findet

sich wenig Stärke zwischen den Bündeln, im Mark nur geringe Spuren.

Der Längsschnitt zeigt uns noch weitere geringe Stärkemengen in der primären Rinde und den angrenzenden Schichten, und zwar in der Höhe des Bündelgeflechts. Nach oben und unten zeigt sich noch eine kurze Strecke eine schwache Blaufärbung in der primären Rinde. Weiter fällt noch auf eine kleine Menge Stärke im äußeren Gewebe bei der Teilungsstelle der Blattstiele über dem Gelenk, hier ist auch in der primären Rinde etwas mehr, sodaß wir ein Maximum haben. Das eigentliche Maximum liegt im Übergang vom Internodium unmittelbar unter dem Bündelgeflecht.

Im Stadium vom 29. 5. fehlt im ersten Internodium die Stärke, im zweiten tritt nur geringe Blaufärbung in den an den Sklerenchymring grenzenden Zellschichten in Bündelnähe auf. Im ersten Gelenk liegt die Stärke im Übergang vom ersten Internodium in der Stärkescheide auf der Außenseite der Bündel und in einer Zellschicht an ihrer Innenseite, weniger in den angrenzenden und zwischen den äußeren Bündeln, sehr wenig im Mark. Im Gelenk selbst wird die Stärkescheide zweischichtig und die Menge nimmt zu. Im Übergang nach oben findet sich nur sehr wenig zwischen den Bündeln und den zwei Schichten vor ihnen, außerdem noch in den gerbstofführenden Zellen der primären Rinde. Das zweite Gelenk führt Stärke in der gleichen Verteilung, aber in geringerer Menge. Zwei geringe Maxima treten in den Übergängen auf.

Am 24. 6. besitzt das erste Internodium Stärke nur in der Nähe der Gefäßteile der inneren Bündel, und wenig im peripheren Mark. Im zweiten Internodium findet sich etwas mehr in der Bündelzone, nichts dagegen im peripheren Mark. Im Übergang vom ersten Internodium zum ersten Gelenk finden wir Stärke in der zweiten Zellschicht um die Bündel beim Siebteil, auch beim Gefäßteil, zwischen den Bündeln auf der Oberseite und im unverholzten Mark. Im Gelenk

selbst tritt eine Zunahme der Stärke in der zweischichtigen Stärkescheide ein, unterhalb des Bündelgeflechts auch etwas im Mark, oberhalb mehr. Im Übergang nach oben nimmt die Menge wieder ab. Im zweiten Gelenk fehlt die Stärke im Mark unter und über dem Bündelgeflecht, sonst finden wir die gleiche Verteilung wie im ersten Gelenk, aber die Menge ist geringer.

Im letzten Stadium am 12. 7. hat die Stärkemenge im ersten Internodium gegen die beiden vorhergehenden Stadien erheblich zugenommen, sie ist aber etwas geringer als im ersten Stadium. Die Stärke findet sich in drei Zellschichten um den Gefäßteil der Bündel, weniger beim Siebteil und zwischen den Bündeln in den verholzten Zellen. Im zweiten Internodium hat eine Zunahme stattgefunden, zwischen den Bündeln liegt in den Zellen sehr viel grobkörnige Stärke, weniger im Parenchym des Pleroms. Am meisten Stärke finden wir im Übergang vom ersten Internodium zum ersten Gelenk, vor allem im verholzten peripheren Mark in zwei Zellschichten auch in der Bündelzone. Nach dem Gelenk zu liegt feinkörnige Stärke auch im unverholzten inneren Mark, die Bündelzone enthält ziemlich viel. Über dem Bündelgeflecht findet sich zwischen den Bündeln nur wenig. Im zweiten Gelenk liegt erheblich mehr Stärke als im ersten, besonders in den inneren Teilen der Bündelzone im Übergang vom zweiten Internodium, im Gelenk selbst ist hier die Färbung nur schwachblau, mehr außen, im verholzten Mark viel, weniger im unverholzten. Im Übergang zum Blattstiel wie im Übergang vom Internodium. Am meisten Stärke tritt in den Übergängen auf, weniger im Gelenk.

Im Internodium findet sich stets weniger, meist finden wir zwei Stärkemaxima und zwar in den Übergängen vom Gelenk nach unten und oben. Nur im letzten Stadium liegt das Maximum im ersten Gelenk. Im dritten Stadium ist das untere Internodium stärkehaltiger als das obere, desgl. das Gelenk. In den beiden anderen Stadien ist das Verhalten umgekehrt.

Während der Entwicklung besitzt das erste Internodium im ersten Stadium am meisten Stärke, im zweiten fehlt sie, und in den beiden letzten Stadien nimmt die Menge allmählich zu. Denselben Verlauf finden wir beim ersten Gelenk, nur besitzt es auch im zweiten Stadium Stärke. Im zweiten Internodium treten zwei Maxima auf, im zweiten und vierten Stadium, im dritten ist die Menge geringer, im entsprechenden Gelenk hat die Menge während der Entwicklung zugenommen.

6) Gerbstoff: Er findet sich in den Internodien in der Epidermis, in der hypodermalen Schicht, in zahlreichen Zellen der folgenden Schichten (ihre Zahl wechselt, meist sind es zwei), in den älteren Stadien auch wenig im Sklerenchymring.

In den Gelenken tritt der Gerbstoff auf in der Epidermis, der hypodermalen Schicht, in sehr zahlreichen Zellen der folgenden Schichten, in sehr vielen Idioblasten der inneren Rinde und der an Stelle des Sklerenchymrings getretenen Schichten, der Bündel und der Bündelzone sowie des Marks.

Im ersten Stadium vom 23. 4. fällt die Gelbfärbung der Gewebe auf. Diese bleibt in den späteren Stadien nur in den Bündeln erhalten. Der Gerbstoff tritt auch im Internodium in der Epidermis und der hypodermalen Schicht auf, in zahlreichen Zellen der folgenden zwei Schichten, in den Schichten des Sklerenchymrings in vielen Zellen weniger intensiver Niederschlag. Im Gelenk nimmt die Menge zu, so in den fünf hypodermalen Schichten, außerdem in der mittleren Primärrinde, in der Zellschicht vor den Bündeln und zwischen diesen. Im Übergang zum Blattstiel findet eine schroffe Abnahme statt, das Maximum liegt im Gelenk.

Im folgenden Stadium vom 29. 5. hat die Gerbstoffmenge in der Epidermis erheblich abgenommen, im ersten Internodium und im Übergang zum Gelenk. Sonst zeigt das Internodium die gleiche Verteilung wie im vorigen Stadium, aber die Menge ist geringer. Das zweite Internodium zeigt geringeren Niederschlag als das erste. Das erste Gelenk führt

im Übergang vom ersten Internodium weniger Gerbstoff als im vorigen Stadium. Im Gelenk selbst finden wir die übliche Verteilung, jedoch hat die Zahl der Idioblasten, hauptsächlich im oberen Teil in der mittleren Rinde und in der Bündelzone, zugenommen. Nach dem zweiten Internodium findet eine schroffe Abnahme statt. Im zweiten Gelenk erscheint die hypodermale Zone der gerbstoffführenden Zellen um eine Zellschicht breiter, sonst hat aber die Zahl der Idioblasten sehr stark abgenommen gegen das erste Gelenk.

Am 24. 6., dem dritten Stadium, finden wir sehr große Gerbstoffmengen im ersten Internodium, in der Epidermis und den drei hypodermalen Schichten, wenig auch im Sklerenchymring. Die Menge hat erheblich zugenommen gegen das zweite Stadium, mehr auch als am 23. 4. Im zweiten Internodium zeigt sich nicht so starker Niederschlag als im ersten, aber mehr Gerbstoff als am 29. 5. Das erste Gelenk zeigt die übliche Verteilung. Der Übergang nach den Internodien zeigt in der primären Rinde eine allmähliche Abnahme, sonst geschieht diese sehr schroff. Gegen das erste Gelenk der früheren Stadien ist eine schwache Zunahme festzustellen. Das gleiche gilt vom zweiten Gelenk, es führt weniger Gerbstoff als das erste Gelenk. Und erheblich mehr als das zweite Gelenk vom 29. 5.

Im letzten Stadium vom 12. 7. tritt der Gerbstoff in derselben Verteilung wie früher auf. Das erste Internodium zeigt weniger Niederschlag als dasjenige vom 24. 6., aber mehr als das vom 23. 4. Im zweiten Internodium findet sich ebenso viel Gerbstoff wie im ersten, infolgedessen auch mehr als im zweiten Internodium vom 24. 6. Über das erste Gelenk ist zu sagen, daß in den Idioblasten der inneren Gewebe der Gerbstoff körnig oder in Tröpfchenform niedergeschlagen ist. Im Kambium findet sich auch intensivere Gelbfärbung als in den Bündeln, sonst die übliche Verteilung. Die Menge hat gegen das erste Gelenk vom 24. 6. zugenommen, jedoch in der primären Rinde weniger. Im zweiten Gelenk finden wir

die gleiche Verteilung wie im ersten, im Gelenk dagegen hat die Menge des Gerbstoffs abgenommen, in den Übergängen ist sie annähernd die gleiche geblieben. Gegen das vorige Stadium ist eine geringe Zunahme eingetreten.

Die Untersuchungen zeigen, daß im ersten Internodium sich stets mehr Gerbstoff befindet als im zweiten und im ersten Gelenk mehr als im zweiten. Während der Entwicklung hat die Gerbstoffmenge in den Gelenken und im zweiten Internodium zugenommen. Im ersten Internodium treten dadagegen zwei Maxima auf im ersten und dritten Stadium, ein Minimum im zweiten.

7) Oxalat: War im ersten Stadium nicht vorhanden. Im folgenden Stadium finden sich wenig Oxalatdrusen, im ersten Gelenk im Übergang vom ersten Internodium im Sklerenchymring. Im Gelenk nimmt ihre Zahl in der mittleren Rinde zu, im Übergang nach oben zeigen sich sehr viele im Gewebe zwischen den Bündelkreisen.

Im zweiten Gelenk findet sich kein Oxalat im Übergang vom zweiten Internodium, sonst wie im ersten Gelenk.

Das dritte Stadium zeigt die gleiche Verteilung, im ersten Gelenk finden sich jedoch nur sehr wenig Drusen, im zweiten Gelenk dagegen sehr viele.

Im letzten Stadium kam Oxalat nur in den Gelenken, nicht in den Übergängen, vor. Die Menge war sehr groß.

Während der Entwicklung hat die Menge zugenommen.

Aristolochia Sipho.

Das untersuchte Material stammte von einem Exemplar im Botanischen Garten. Der Standort war halbschattig.

Untersucht wurden von drei Trieben die ältesten Teile. Über den Bau des Gelenks ist zu sagen, daß es an der Blattansatzstelle stark angeschwollen ist. Gleich darüber wird es ziemlich unvermittelt dünner. Über der Blattansatzstelle findet

sich eine Einbuchtung, in der mehrere Knospenanlagen übereinander sitzen.

Inbetreff der Dickenverhältnisse der untersuchten Stadien sind folgende Zahlen anzugeben (die Zahlen des Gelenks beziehen sich der Reihe nach: Übergang vom unteren Internodium zum Gelenk, Blattansatzstelle, unmittelbar darüber, Übergang zum folgenden Internodium und ganze Länge des Gelenks).

I) Stadium vom 29. 5. 1915:

Zweites Internodium (7 cm unterhalb des Gelenks) 4,2 mm.
» Gelenk: 5, 7, 6, 5, 20 mm.

II) Stadium vom 18. 6. 1915:

Erstes Internodium (6 cm unterhalb des Gelenks) 5 mm.
» Gelenk: 6, 8, 7, 6,5, 25 mm.
Drittes Internodium (10 cm unterhalb des Gelenks) 4,2 mm.
» Gelenk: 6, 7, 6,5, 6, 22 mm.

III) Stadium vom 26. 7. 1915:

Erstes Internodium (3 cm unterhalb des Gelenks) 5 mm.
» Gelenk: 6,2, 8, 7,8, 7, 25 mm.
Drittes Internodium (7 cm unterhalb des Gelenks) 4,5 mm.
» Gelenk: 5, 7,5, 7, 5, 22 mm.
Sechstes Internodium (7 cm unterhalb des Gelenks) 4,5 mm.
» Gelenk: 5, 7, 6,5, 5, 18 mm.

Über die Gerbstoffausfällung ist zu sagen, daß die Färbung sehr stark von den übrigen Objekten abweicht. Es ist ein ziemlich schmutziges Braun.

Anatomie.

Der anatomischen Beschreibung zugrunde gelegt das am 18. 6. 1915 konservierte Material.

Ein 1,45 m langer Trieb mit großen weichen Blättern. Internodien grün, Gelenke dunkler als die Internodien und schwach glänzend. Die unteren Internodien schwach gerötet, Blattstiele hellgrün und glänzend. Länge der sieben vorhandenen Internodien: 11, 25, 17, 29, 30, 27, 24 cm.

Nach dem Konservieren: Die älteren Internodien hellgrün, die jüngeren dunkelgrün, z. T. schwach bräunlich. Gelenke braun. Blattstiele tiefdunkelgrünbraun.

Internodium. Untersucht das erste Internodium 6 cm unterhalb des Gelenks.

Allgemeine Orientierung: An die Epidermis schließen sich fünf bis sechs kollenchymatische Schichten an. Die übrige primäre Rinde ist dünnwandig. Die innerste Schicht erscheint deutlich als Stärkescheide ausgebildet, sie grenzt an einen breiten Sklerenchymring. Die Bündel liegen im Parenchym des Pleroms. Vor ihnen finden sich unverdickte und unverholzte Fasersicheln. Zwischen diesen befinden sich die markstrahlartigen Ausbuchtungen. Interfaszikulares Kambium ist vorhanden. Innerhalb des Bündelkreises findet sich das Mark.

Die Epidermis besitzt eine stark verdickte Kutikula. In der primären Rinde erscheinen die ersten drei bis vier hypodermalen Schichten kleinzellig und kollenchymatisch verdickt. Darauf folgen mehrere Schichten großzelligen und dünnwandigen Gewebes. Die innerste Schicht ist deutlich als Stärkescheide ausgebildet. An sie grenzt nach innen ein breiter Sklerenchymring. Zwischen und vor den Bündeln befinden sich markstrahlartige Ausbuchtungen, die aus großzelligem und dünnwandigem Parenchym bestehen, das nach innen zwischen den Bündeln in die langgestreckten Markstrahlzellen übergeht. Vor den Bündeln sind die Fasersicheln unverdickt. Das Kambium ist interfaszikular. Die Bündel sind sehr breit ausgezogen, die Gefäße sehr weitlumig und bilden zwei Flügel nach den Seiten des Siebteils [1] [2] [3]. Das Mark ist großzellig und dünnwandig, peripher etwas englumiger.

Im dritten Internodium finden wir dieselben Bauverhältnisse. Das Kambium ist noch etwas weniger entwickelt.

---

1) Solereder, Bd. 2, S. 769—775.
2) de Bary, vgl. Anat. S. 249.
3) Strasburger, S. 256—266.

Gelenk. In den Übergängen von den Internodien zum Gelenk sind die Bauverhältnisse dieselben wie im Internodium. Im Gelenk wird die primäre Rinde breiter, die hypodermalen Schichten zeigen stärkeren kollenchymatischen Bau. Der Sklerenchymring wird schmäler, die Membranen dünner, er verschwindet aber nicht. Das Kambium in den Bündeln ist schon stark tätig, während es interfaszikular eben seine Tätigkeit begonnen hat. Das Parenchym des Pleroms oder die markstrahlartigen Ausbuchtungen sind großzellig und sehr dünnwandig. Beim Übergang zum Blattstiel wird das ganze Gewebe kleinzelliger, die Bündel sind nicht fertig ausgebildet, sondern radial gestreckt, während das interfaszikulare Kambium in voller Tätigkeit ist. Ein Teil der Bündel tritt in den Blattstiel ein.

Frischuntersuchung.

1) Auf Chlorophyll: Am 20. 5. 1915.

Die Entwicklung entsprach dem am 29. 5. 1915 konservierten Material. Untersucht das erste Internodium und das erste Gelenk.

Im Internodium in den hypodermalen kollenchymatischen Schichten und in der Stärkescheide intensive Grünfärbung. In den mittleren Teilen der primären Rinde in zahlreichen Zellen, ferner im Sklerenchymring und in den markstrahlartigen Ausbuchtungen zwischen den unverdickten Fasersicheln hellgrüne Färbung, im Gefäßteil der Bündel etwas dunkler [1]).

Im Gelenk dieselbe Verteilung.

2) Auf reduzierenden Zucker: Am 31. 5. 1915. Morphologie vgl. Stadium vom 29. 5. 1915.

Zweites Internodium. Mit Fehlingscher Lösung ziegelroter Niederschlag nur im Mark, weniger als im Gelenk. In den Bündeln und in der primären Rinde nur geringe Färbung.

---

1) Strasburger, S. 263—264.

Erstes Gelenk. Starker ziegelroter Niederschlag im Mark und um die Bündel, sehr viel weniger in der primären Rinde. Im zweiten Gelenk Menge etwas geringer.

Die Präparate zeigen schon makroskopisch den Unterschied. Die Gelenke sind intensiv ziegelrot gefärbt, das Internodium erheblich schwächer. Das Maximum liegt im Gelenk.

Untersuchung des konservierten Materials.

Konserviert am 18. 6. 1915.

Morphologie s. S. 175.

Untersucht das erste und dritte Internodium und die entsprechenden Gelenke.

Erstes Internodium. Geschnitten 6 cm unterhalb des Gelenks.

Stärke: In einzelnen Zellen an einer Stelle der einschichtigen Stärkescheide deutliche Blaufärbung.

Gerbstoff. Lupenbild: Gelbbraunfärbung in der Epidermis, schwache braune Tönung in den Bündeln.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis gelbbraun. In der primären Rinde in einigen Zellen der kollenchymatischen Schichten, in der Stärkescheide und der Zellschicht vor ihr gelbliche Färbung. Im Siebteil der Bündel, in der Kambiumzone und in der Zellschicht um die Bündel einzelne braune Körnchen.

Erstes Gelenk. Stärke. Lupenbild: Nur auf dem Längsschnitt Blaufärbung. Auf der der Blattansatzstelle abgewendeten Seite in der Stärkescheide schwache Blaufärbung im unteren Teil des Gelenks. Bei jeder Knospenanlage in der hypodermalen primären Rinde tiefblaue Färbung, Menge von der unteren nach der oberen Knospe zunehmend.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der einschichtigen Stärkescheide im unteren Teil des Gelenks auf der der Blattansatzstelle abgewendeten Seite schwache Blaufärbung. Bei den Knospenanlagen in der primären Rinde hypodermal eine An-

zahl tiefblau gefärbter Zellen, an Zahl zunehmend mit dem Alter der Knospen.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk Epidermis hellbraun. Im Gelenk Epidermis bräunlich, ebenso die primäre Rinde in den hypodermalen Schichten und in einzelnen Zellen der inneren. Tiefbraune Färbung an der Blattansatzstelle und bei den Knospenanlagen. Hellbraune im Siebteil und im Kambium. Weiter nach oben Epidermis und hypodermale Schichten hellbraun, die Stärkescheide gelbbraun, Siebteil und Kambium schwach braun gefärbt. Im Übergang zum zweiten Internodium Epidermis braun, in Stärkescheide, im Siebteil der Bündel und im Kambium bräunliche Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis im Übergang vom ersten Internodium gelbbraun gefärbt. Im Kambium und im Siebteil der Bündel einzelne braune Körnchen. Im Gelenk in Epidermis, den fünf bis sechs hypodermalen kollenchymatischen Schichten, sowie in einzelnen Zellen der inneren primären Rinde und der Stärkescheide hellbraune Färbung. Bei der Blattansatzstelle Färbung in den peripheren Schichten dunkelbraun, ebenso bei den Knospenanlagen. Im Siebteil und Kambium schwache Braunfärbung, außer einzelnen braunen Körnchen. Weiter nach oben Färbung in der primären Rinde etwas schwächer, in den mittleren Schichten, in der Stärkescheide zahlreiche gelbgefärbte Zellen. Im Übergang zum zweiten Internodium Epidermis gelbbraun, primäre Rinde mit schwachbräunlicher Tönung, Stärkescheide etwas dunkler. Im Kambium und Siebteil der Bündel bräunliche Färbung mit einzelnen braunen Körnchen.

Maximum im Gelenk bei der Blattansatzstelle und den Knospenanlagen. Nach den Internodien in den Übergängen allmähliche Abnahme.

Drittes Internodium. Geschnitten 10 cm unterhalb des Gelenks.

Stärke: Auf einer Seite in der einschichtigen Stärkescheide zahlreiche blaugefärbte Zellen.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis hellbraun, in der Stärkescheide schwachbräunliche Tönung, im Siebteil und Kambium hellbräunliche Färbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis hellbraun. In der Stärkescheide und der davor liegenden Zellschicht schwachbräunliche Tönung. Im Kambium und Siebteil in vielen Zellen bräunliche Färbung, in wenigen im Siebteil gelber diffuser Niederschlag, mehrere braune Körnchen, ebenso in der Zellschicht um die Bündel. In einigen Bündeln auch in einzelnen Gefäßen gelbbraune Färbung.

Drittes Gelenk. Stärke. Lupenbild: Im Gelenk oberhalb der Blattansatzstelle auf derselben Seite Blaufärbung in der Stärkescheide.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Stärkescheide oberhalb der Knospenanlage auf derselben Seite Blaufärbung zuerst nur schwach, dann intensiv. Im Blattstiel an der Basis keine Färbung, im Übergang zum Blattstiel blaugefärbte Stärkescheide. Unterhalb der Ansatzstelle des Blattstiels an einer Stelle der Stärkescheide eine Reihe blaugefärbter Zellen.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom dritten Internodium zum Gelenk Epidermis gelbbraun. In der primären Rinde in den hypodermalen kollenchymatischen Schichten und in der Stärkescheide hellbraune Tönung. In den Bündeln Kambium, Zellschicht um die Bündel, und zahlreiche Zellen des Siebteils hellbraun gefärbt, vereinzelt auch gelbbraune bis braune Körnchen. Im Gelenk in Höhe des Blattstiels Epidermis dunkelbraun. In den hypodermalen Schichten deutlich gelbbraune Tönung, in den inneren Schichten schwächer. Hier häufig gelb- bis dunkelbraune Zellen. Stärkescheide gelbbraun mit einzelnen dunkelbraun gefärbten Zellen. In den Bündeln hellbraune Färbung, im Kambium, ferner im Siebteil, nach der Blattansatzstelle zu dunkler, in der Zellschicht um die Bündel beim Gefäßteil und in diesem hell-

z. T. dunkelbraune Färbung. Im Mark in zahlreichen Zellen schwachhellbraune Tönung. Bei der Blattansatzstelle Färbung in der primären Rinde intensiv gelbbraun, mit zahlreichen braunen Körnchen. In der Basis des Blattstiels tiefbrauner Niederschlag, weiter nach oben allmählich in einen dunkelgelbbraunen übergehend. Über der Blattansatzstelle auf beiden Seiten der Niederschlag verschieden stark. Auf der Seite der Blattansatzstelle in der Epidermis tiefbraune Färbung, in den vier bis sechs hypodermalen Schichten intensiv gelbbraun, nach innen allmählich schwächer werdend, Stärkescheide wieder etwas stärker gefärbt. Bündel hellbraun mit zahlreichen tiefbraunen Zellen. Im peripheren Mark, sowie in den markstrahlartigen Ausbuchtungen sehr viele hell- bis dunkelbraune Zellen, im zentralen Mark nur schwachhellbraune Tönung. Auf der entgegengesetzten Seite Epidermis und die hypodermalen Schichten schwachhellbraun. In den folgenden Schichten nur zahlreiche Zellen so gefärbt. Stärkescheide mit schwacher Färbung, z. T. hellbraun. In den Bündeln hellbräunliche Färbung, nur einzelne Zellen braun. Markstrahlartige Ausbuchtungen und Parenchym in Bündelnähe schwachhellbraun. Im Übergang zum vierten Internodium Epidermis gelbbraun, die hypodermalen kollenchymatischen Schichten hellbräunlich getönt mit zahlreichen gelbbraunen Zellen, in den mittleren Schichten nur schwach, in der Stärkescheide und den ersten Schichten des Sklerenchymrings stärker. In den Bündeln Kambium, Gefäßteil, Zellschicht um diesen hellbraun. Siebteil z. T. hellbraun, am Übergang zum Kambium dunkelbraun. Markstrahlartige Ausbuchtungen und peripheres Mark hell- bis dunkelbraun, einzelne Zellen und zentrales Mark farblos.

Maximum im Gelenk an der Blattansatzstelle um die Knospenanlagen. Abnahme nach dem Internodium allmählich.

Konserviert am 29. 5. 1915.

Trieb in der Entwicklung begriffen. Internodium grün, Gelenke heller, Blattstiele grün, Blätter groß und zart. Ganzer

Trieb 89 cm lang. Fünf Internodien ausgebildet: 12, 24, 26, 22, 4 cm lang.

Nach dem Konservieren: Internodien grün, Oberseite dunkler schwachbraun, die jüngeren bräunlich. Gelenke dunkelbraun. Untersucht zweites Internodium und zweites Gelenk.

Zweites Internodium. Geschnitten 7 cm unterhalb der Blattansatzstelle.

Anatomie: Noch keine Verholzung. Sklerenchymring fängt an sich zu verdicken.

Stärke. Lupenbild: Stärkescheide blau gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: Eine einschichtige intensiv blaugefärbte Stärkescheide.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun, Bündel schwach-hellbraune Färbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis intensiv gelbbraun bis hellbraun. Zellschichten der primären Rinde hypodermal schwachgelb gefärbt, Stärkescheide schwach gelblichbraun. Bündel in zahlreichen Zellen des Siebteils hellbraune Tönung, schwächer in der Bündelscheide, außerdem vereinzelt braune Körnchen. In einzelnen Zellen stärkere Tönung, schwach auch im Kambium.

Zweites Gelenk. Anatomie: Alles noch jugendliches, zartes Gewebe. Sklerenchymring schmal und unverdickt, Gefäße klein und zart.

Stärke. Lupenbild: In allen Höhen des Gelenks tiefblau gefärbte Stärkescheide, am stärksten im Gelenk, weniger im Übergang zum zweiten Internodium und nur schwach im Übergang zum dritten.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom zweiten Internodium Blaufärbung in der Stärkescheide, meist ein- z. T. auch zweischichtig. Unmittelbar unter der Blattansatzstelle Stärkescheide tiefblau gefärbt und zweischichtig. In Höhe der Blattansatzstelle etwas heller. Verschwinden (s. Längsschnitt) bei der Blattansatzstelle, vorhanden nur auf der entgegen-

gesetzten Seite. Wiederauftreten bei den Knospenanlagen, bei diesen in der primären Rinde zahlreiche blaugefärbte Zellen. Beim Übergang zum dritten Internodium einschichtige hellblaugefärbte Stärkescheide, einzelne Zellen nur schwachblau.

Maximum im Gelenk unter der Blattansatzstelle. Darüber noch ziemlich viel bei den Knospenanlagen, dann allmähliche Abnahme.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom zweiten Internodium zum Gelenk Epidermis braun, Bündel mit bräunlicher Tönung. Im Gelenk Epidermis braun, primäre Rinde hellbraun gefärbt, Bündel schwachhellbraun, desgl. Mark. Bei den Blattansatzstellen und Knospenanlagen in der primären Rinde Braunfärbung. Basis des Blattstiels braun, weiter nach oben dunkelgelbbraun. Im Übergang zum dritten Internodium Epidermis braun.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom zweiten Internodium hellbraune Epidermis. Primäre Rinde schwachgelb, in der Stärkescheide intensiver gefärbt. In den Bündeln in zahlreichen Zellen hellbräunliche Tönung. Im Siebteil dunkler. Im Gelenk Epidermis und drei bis vier hypodermale Schichten schmutzigbraun gefärbt mit einzelnen braunen Körnchen. Weiter nach innen Abnahme der Färbung bis zum Verschwinden. Wieder Färbung in den Bündeln und den zwei sie umgebenden Zellschichten. Im zentralen Mark schwache grünlichbraune Tönung. An der Basis des Blattstiels und den Knospenanlagen dunkelbraune Färbung der primären Rinde, ebenso die Zellen in der Basis des Blattstiels, außer zahlreichen braunen Körnchen. Im Übergang zum dritten Internodium Epidermis hellbraun gefärbt, die hypodermalen Schichten schmutzigbraun, die Bündel schwach hellbraun.

Maximum im Gelenk an der Blattansatzstelle und den Knospenanlagen. Nach den Internodien allmähliche Abnahme.

Oxalat: Im peripheren Mark und Parenchym des Pleroms an der Blattansatzstelle vereinzelte Kristalldrusen.

Konserviert am 26. 7. 1915.

3,60 m langer Trieb. Internodien grün, die unteren dunkler, z. T. auch gerötet. Rote Zone unmittelbar über dem Gelenk, diese dunkler. Internodien oben hellgrün und unverholzt. 15 Internodien, das erste bis zwölfte: 7, 24, 27, 25, 26, 28, 30, 28, 27, 32, 28, 32 cm lang.

Nach dem Konservieren: Internodien dunkelgrün, oben dunkler, Gelenke dunkelbraun, Blattstiele tief dunkelgrün.

Untersucht Internodien eins, drei und sechs, sowie die entsprechenden Gelenke.

Erstes Internodium. Geschnitten 3 cm unterhalb des ersten Gelenks.

Anatomie: Die mittleren Schichten der primären Rinde stark verändert, einige Zellen lebend, andere stark deformiert und abgestorben, dazwischen vereinzelte Steinzellen. Sklerenchymring stark verholzt, z. T. auch die Bündel. Diese nicht mehr in einem Kreise, sondern elliptisch stehend. Von den am stärksten gekrümmten Stellen geht durch das Mark eine Verbindung von langgestreckten Zellen, die übrigen Zellen bleiben unverändert, jedoch finden sich unter ihnen zahlreiche kleinere Zellen.

Chlorophyll: In der primären Rinde in den hypodermalen kollenchymatischen Schichten, sowie in der Stärkescheide und der ihr vorgelagerten Zellschicht deutlich grüne Färbung, in den Zellschichten dazwischen in zahlreichen lebenden Zellen hellere Färbung. Im Gefäßteil der Bündel ziemlich viel.

Stärke. Lupenbild: In den fünf bis sechs hypodermalen Schichten, in zahlreichen Zellen der inneren primären Rinde, in der Stärkescheide, im Sklerenchymring, in den markstrahlartigen Ausbuchtungen, sowie etwa in der Hälfte der Zellen des Marks Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Tiefe Blaufärbung in den sechs hypodermalen Schichten, in den lebenden Zellen der

mittleren Rinde, in der zweischichtigen Stärkescheide, in zahlreichen Zellen des Sklerenchymringes, in der markstrahlartigen Ausbuchtung zwischen den unverdickten Fasersicheln. Nicht so stark in den mittleren Schichten der primären Rinde, in den kleinen lebenden Zellen und in einzelnen Zellen der unverdickten Fasersicheln. Sehr zahlreiche Zellen des Marks blau bis hellblau gefärbt, zerstreut zwischen den stärkefreien liegend.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun. Ebenso Siebteil der Bündel, Kambium heller.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, an einzelnen Stellen tiefbraun. In den Bündeln Siebteil hellbraun, an den Seiten dunkler gefärbt, Kambium schwachbräunlich. Zellschicht um den Gefäßteil gelblichbraun bei einigen Bündeln.

Erstes Gelenk. Anatomie: Verholzung wie im Internodium, nur primäre Rinde im Gelenk unverändert, Sklerenchymring schmäler.

Stärke. Lupenbild: Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk wie im Internodium. Im Gelenk an der Blattansatzstelle hypodermale Schichten tiefblau gefärbt, ebenso zahlreiche Zellen der inneren primären Rinde, der Stärkescheide, der markstrahlartigen Ausbuchtungen und des Marks. Färbung nicht so intensiv auf der der Blattansatzstelle abgewendeten Seite. Über der Blattansatzstelle in den hypodermalen Schichten, in zahlreichen Zellen der inneren primären Rinde, der Stärkescheide, der markstrahlartigen Ausbuchtungen und in dem peripheren Mark tiefblaue Färbung, im zentralen Mark etwas schwächer. Im Übergang zum Internodium dieselbe Färbung, etwas weiter Abnahme. Auf dem Längsschnitt im Mark bei den Knospenanlagen eine erhebliche Anhäufung von Stärke. In der Basis des Blattstiels keine Färbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium die fünf bis sechs hypodermalen Schichten tiefblau gefärbt. Von der übrigen primären Rinde die kleinen Zellen blau bis schwachblaue Färbung. Schwachblaue zwei-

schichtige Stärkescheide. Im Sklerenchymring in den schwach verdickten Zellen Blaufärbung, in den markstrahlartigen Ausbuchtungen deutlich blaugefärbte Zellen, einige tiefblau, nur wenige farblos. Im Siebteil der Bündel und den unverdickten Fasersicheln in zahlreichen Zellen schwache Blaufärbung. Mark marmoriert: zahlreiche Zellen tiefblau, andere hellblau, sehr viele farblos.

Im Gelenk an der Blattansatzstelle die fünf hypodermalen Schichten schwachblau gefärbt. In den übrigen Schichten der primären Rinde zahlreiche Zellen mit tiefblauer Färbung, ebenso die Stärkescheide. Nach der Blattansatzstelle Zunahme der Menge. Im Sklerenchymring nur einige hellblaue Zellen. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen meist tiefblau gefärbte Zellen. In den unverdickten Fasersicheln, im interfaszikularen Kambium und im Siebteil der Bündel fein verteilte Stärke in geringer Menge. Im Parenchym zwischen dem Gefäßteil der Bündel sowie im Mark tiefblaue Färbung. Auf der der Blattansatzstelle abgewendeten Seite schwächere Färbung, außerdem zahlreiche farblose Zellen. In der Nähe der Knospenanlage die fünf bis sechs hypodermalen Schichten blauschwarz, in der übrigen primären Rinde zahlreiche Zellen mit tiefblauer Färbung und eine zweischichtige tiefblaue Stärkescheide. Im Sklerenchymring in den inneren Schichten einzelne hellblau gefärbte Zellen. Zahlreiche blaugefärbte Zellen in den markstrahlartigen Ausbuchtungen. In den unverdickten Fasersicheln, im Siebteil und in den Markstrahlen fein verteilte Stärke in geringen Mengen. Im Parenchym zwischen dem Gefäßteil der Bündel und im Mark in vielen Zellen tiefblaue, in einigen hellblaue Färbung, in anderen Stärke in sehr feiner Verteilung. Dazwischen farblose Zellen, im zentralen Mark weniger Stärke.

Im Übergang nach oben in den fünf hypodermalen Schichten blauschwarze Färbung. In der inneren primären Rinde in den kleinen unveränderten Zellen Blaufärbung. Stärkescheide zweischichtig und in zahlreichen Zellen dunkelblau. Im Sklerenchymring zahlreiche blaugefärbte Zellen. In

den markstrahlartigen Ausbuchtungen in den meisten Fällen dunkel- bis hellblaue Färbung, ebenso im Parenchym zwischen den Gefäßteilen der Bündel und im peripheren Mark, im zentralen schwächer. In den unverdickten Fasersicheln und im Siebteil zahlreiche Zellen von hellblauer Färbung. In den Markstrahlen vereinzelt fein verteilte Stärke [1]).

Längsschnitt: In der Blattansatzstelle keine Färbung, etwas weiter nach oben im Blattstiel geringe Mengen fein verteilter Stärke. An den Knospenanlagen in der primären Rinde intensiv blau gefärbte Zellkomplexe. Im Mark hier Stärkeanhäufung. Maximum im Gelenk, über der Blattansatzstelle, hier vor allem sehr viel im peripheren Mark. Nach den Internodien allmähliche Abnahme.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk Epidermis braun, Stärkescheide gelbbraun, Siebteil und Kambium der Bündel mit bräunlicher Tönung, ebenso Markstrahlen und Zellschicht an den Gefäßteilen. Im Gelenk braune Epidermis, zahlreiche gelbbraune Zellen in der inneren primären Rinde, an der Blattansatzstelle stärker gebräunt, desgl. Stärkescheide. Kambium und Siebteil der Bündel bräunlich, an der Blattansatzstelle intensiver, auch Zellschicht um den Gefäßteil und im Mark, sonst hier nur vereinzelte Zellen schwach gefärbt. Über der Blattansatzstelle Epidermis braun. Gelbbraun gefärbt die zweischichtige Stärkescheide, Kambium, Siebteil und Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel. Schwächer zahlreiche Zellen der inneren primären Rinde. Gelbliche Tönung in einigen Zellen der markstrahlartigen Ausbuchtungen und des Marks.

Im Übergang nach oben Epidermis braun, Stärkescheide

---

1) Sanio S. 127. Sanio fand, daß bei Aristochia Sipho die Markstrahlen aus zwei Arten von Zellen bestehen, dunkelbraun gefärbten und farblosen. Die ersteren entsprachen den Zellen, die Inhaltsstoffe, z. B. feinkörnige Stärke führen, sie waren kleiner als die farblosen, luftführenden und bildeten ein Netzwerk, in dem diese lagen.

gelblichbraun, Siebteil, Kambium, Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel und Markstrahlen mit bräunlicher Tönung. Auf dem Längsschnitt in der Basis des Blattstieles bräunliche Färbung, an den Knospenanlagen intensiv braune Färbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom ersten Internodium zum Gelenk deutlich braungefärbte Epidermis. In der Stärkescheide braungrüne Tönung, ebenso in den stärkehaltigen Zellen der inneren primären Rinde. Gleichfalls in denen der markstrahlartigen Ausbuchtungen. In den Bündeln im Siebteil intensiv hellbraune Färbung, im Kambium und den primären Markstrahlen heller. Intensiv gelbbraun die Zellschicht um den Gefäßteil und die an ihn grenzenden Fasersicheln. Im Mark in vielen Zellen schwachhellbräunliche Tönung.

Im Gelenk braune Epidermis. In der primären Rinde in den inneren stärkeführenden Schichten gelbliche, an den Blattansatzstellen gelbbraune Färbung, Stärkescheide dunkler. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen schwachbräunliche Tönung. In den Bündeln im Siebteil in zahlreichen Zellen hellbraune bis intensiv gelbbraune Färbung. Auch in den unverdickten Fasersicheln. Kambium und Markstrahlen hellbraun gefärbt. Zellschicht um den Gefäßteil gelbbraun, angrenzende Fasersicheln hellbraun. Im Mark bei der Blattansatzstelle hellbräunliche Tönung, sonst nur schwach. Über der Blattansatzstelle Epidermis hellbraun. Primäre Rinde in den stärkehaltigen Zellen hellbraun, zweischichtige Stärkescheide gelbbraun. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen und im Mark in zahlreichen Zellen schwachhellbräunliche Tönung. In den Bündeln in zahlreichen Zellen des Siebteils hell- bis gelbbraune Färbung, ebenso in der Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel. Im Kambium und in den Markstrahlen hellbraune Färbung.

Im Übergang zum zweiten Internodium hellbraune Epidermis, in den stärkeführenden Zellen der primären Rinde hellbräunliche Tönung, Stärkescheide dunkler. In den mark-

strahlartigen Ausbuchtungen und im Mark hellbraune Tönung. Hellbraune Färbung in den Markstrahlen, in der Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel. Gefäßparenchym, Siebteil und Kambium vereinzelt mit braunen Körnchen.

Deutliches Maximum nicht vorhanden, Verteilung in allen Teilen gleich, mehr jedoch als im ersten Internodium.

Oxalat: In Form von Drusen im peripheren Mark an der Blattansatzstelle in geringer Menge.

Drittes Internodium. Anatomie: In der primären Rinde Zellen stark radial gestreckt und ungleichmäßig gebaut. Sklerenchymring stark verholzt, schwächer das Sekundärholz. Gut ausgebildete Markstrahlen. Bündelkreis ellipsenförmig. Bau des Marks wie im ersten Internodium.

Stärke. Lupenbild: Kollenchymatische Schichten und Stärkescheide deutlich blau gefärbt, ebenso zahlreiche Zellen des Sklerenchymrings. Etwas hellere Färbung in den Zellen der markstrahlartigen Ausbuchtungen und in vereinzelten Zellen des peripheren Marks. Im Siebteil der Bündel, in den unverdickten Fasersicheln, sowie in den inneren Schichten der primären Rinde schwache Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In den sechs hypodermalen kollenchymatischen Schichten tiefblaue Färbung. In der inneren primären Rinde eine Reihe von Zellen durch fein verteilte Stärkekörnchen schwachblau gefärbt. Intensiver in der einschichtigen Stärkescheide. Im Sklerenchymring zahlreiche blau gefärbte Zellen. Die markstrahlartigen Ausbuchtungen marmoriert. Einige Zellen blau, andere heller, dazwischen farblose. Im zentralen Mark ebenfalls aber dunkler. Zwischen den Bündeln, wo Markstrahlen unausgebildet, in den Markstrahlen, in den unverdickten Fasersicheln, im Siebteil der Bündel und in der Zellschicht um den Gefäßteil einzelne Zellen schwachblau gefärbt. Weniger als im ersten Internodium.

Gerbstoff: Dieselbe Verteilung wie im ersten Internodium, Menge etwas größer, aber nicht erheblich.

Drittes Gelenk. Anatomie: Im Gelenk erst beginnende Veränderung der Zellen der inneren primären Rinde. Markstrahlen gut ausgebildet und unverholzt. Über der Blattansatzstelle in der inneren primären Rinde einzelne Komplexe kollenchymatisch verdickter Zellen, die übrigen Zellen mit schwach verdickten Membranen, gleichfalls in den markstrahlartigen Ausbuchtungen. Bündel unverholzt.

Stärke. Lupenbild: Im Übergang vom dritten Internodium zum Gelenk schwache Blaufärbung nur im zentralen Mark. Im Gelenk tiefblau gefärbte hypodermale Schichten. Blaufärbung in zahlreichen Zellen der inneren primären Rinde und in der Stärkescheide. Hellblau zahlreiche Zellen des Sklerenchymrings, der markstrahlartigen Ausbuchtungen und des Marks, schwachblau gefärbt der Siebteil der Bündel. An der Blattansatzstelle Zunahme der gefärbten Zellen im Mark, darüber erhebliche Zunahme der Färbung, Mark in fast allen Zellen hell- bis intensiv blau. Stärkescheide zweischichtig und blau gefärbt.

Im Übergang zum vierten Internodium hypodermale kollenchymatische Schichten und ein- bis zweischichtige Stärkescheide tiefblau. Im Mark und in den markstrahlartigen Ausbuchtungen in zahlreichen Zellen hellblaue Färbung. Im Sklerenchymring in einzelnen Zellen schwache Blaufärbung. In den inneren Schichten der primären Rinde nur vereinzelt schwachblaue Stärkekörnchen.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom dritten Internodium zum Gelenk in den sechs hypodermalen Schichten Blaufärbung, ferner in einzelnen Zellen der inneren primären Rinde, der Stärkescheide und der markstrahlartigen Ausbuchtungen. In zahlreichen Zellen des zentralen Marks schwach- bis hellblaue Färbung. Im Sklerenchymring nur wenige Zellen schwachblau. Im Gelenk in der primären Rinde in den sechs hypodermalen Schichten tiefblaue Färbung. In den inneren Schichten in zahlreichen Zellen hellblaue, desgl. in zahlreichen Zellen der Stärkescheide und des Sklerenchymrings. In den

markstrahlartigen Ausbuchtungen und im Mark zahlreiche Zellen blau bis hellblau gefärbt. Im Siebteil der Bündel und in den unverdickten Fasersicheln in einzelnen Zellen schwache Blaufärbung. In der Höhe der Blattansatzstelle sechs hypodermale Schichten, zahlreiche Zellen der inneren primären Rinde und der Stärkescheide deutlich blau gefärbt, heller zahlreiche Zellen des Sklerenchymrings, der markstrahlartigen Ausbuchtung und einer Hälfte des Marks. An der Basis des Blattstieles Zunahme der gefärbten Zellen des Marks. In dem Siebteil und in den unverdickten Fasersicheln in einigen Zellen schwache Blaufärbung.

Weiter nach oben die kollenchymatischen hypodermalen Schichten tiefblau, viele kleine lebende Zellen der inneren primären Rinde hellblau, zweischichtige Stärkescheide in vielen Zellen dunkelblau gefärbt. Im Sklerenchymring einzelne Zellen hellblau. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen fast sämtliche Zellen hellblau, im Siebteil und in den unverdickten Fasersicheln nur wenige schwachblau gefärbt. Das Mark marmoriert, zahlreiche Zellen dunkel- bis hellblau, wenige farblos.

Im Übergang zum vierten Internodium tiefblaue hypodermale kollenchymatische Schichten, in den inneren lockeren Schichten nur wenige schwachblau gefärbte Zellen. In der Stärkescheide zahlreiche tiefblau gefärbt. In den schwach verdickten Schichten des Sklerenchymrings oft blau gefärbte Zellen. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen und im Mark viele hellblau gefärbte Zellen, im Siebteil und den unverdickten Fasersicheln nur vereinzelte schwachblaue Zellen.

Im Längsschnitt noch in der primären Rinde an den Knospenanlagen Komplexe von blau gefärbten Zellen. In der Basis des Blattstiels nur eine kleine Strecke Blaufärbung.

Maximum im Gelenk an der Blattansatzstelle und den Knospenanlagen, hier vor allem im Mark tiefblaue Färbung. Abnahme allmählich, in den Übergängen sehr wenig, weniger als im ersten Gelenk.

Gerbstoff. Lupenbild: Im Übergang vom ersten Inter-

nodium zum dritten Gelenk braune Epidermis, Stärkescheide gelbbraun. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen einzelne gelbbraune Zellen, bräunliche Tönung im Siebteil, in den unverdickten Fasersicheln, in der Zellschicht an den Seiten des Gefäßteils der Bündel und in den Markstrahlen. Ganz schwach in vielen Zellen des Marks.

Im Gelenk Epidermis braun, gelbbraune Stärkescheide, in einzelnen Zellen der inneren primären Rinde, der markstrahlartigen Ausbuchtungen, der unverdickten Fasersicheln und im Siebteil. Hellbräunliche Tönung in zahlreichen Zellen der inneren primären Rinde, der markstrahlartigen Ausbuchtungen und im Mark. Dunkler in den Markstrahlen und vor allem im Kambium. Bei der Blattansatzstelle Schichten der primären Rinde und Basis des Blattstiels tiefbraun, Blattstiel weiter nach oben intensiv gelbbraun gefärbt. In Höhe der Knospenanlage hypodermale kollenchymatische Schichten braun gefärbt. Zellschicht vor der Stärkescheide und diese selbst dunkelgelbbraun. Im Kambium viele braune Körnchen.

Im Übergang zum vierten Internodium braune Epidermis, einzelne Komplexe der hypodermalen, kollenchymatischen Schichten dunkelbraun. Hellbraune Tönung in zahlreichen Zellen der inneren primären Rinde, der markstrahlartigen Ausbuchtungen, der Markstrahlen und des Marks. Stärkescheide gelbbraun. Siebteil, Kambium und Zellschicht um den Gefäßteil braun.

Mit stärkerer Vergrößerung: Im Übergang vom dritten Internodium braune Epidermis. Gelbbraune Färbung in vereinzelten Zellen der inneren primären Rinde, der markstrahlartigen Ausbuchtungen, in den unverdickten Fasersicheln, mehr in der Stärkescheide. Hell- bis gelbbräunliche Tönung im Siebteil, im Kambium und in der Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel. Braune Körnchen in den Markstrahlen.

Im Gelenk in Höhe der Blattansatzstelle braune Epidermis. Gelblich braune Färbung in der Stärkescheide in der angrenzenden Zellschicht, in zahlreichen Zellen der mittleren

primären Rinde, in einigen Zellen der markstrahlartigen Ausbuchtungen und der unverdickten Fasersicheln. Hellbraune Tönung im Siebteil, im Kambium, in den Markstrahlen und in der Zellschicht um den Gefäßteil, in diesem auch zahlreiche braune Körnchen, nur schwach in vielen Zellen des Marks und der markstrahlartigen Ausbuchtungen. An der Basis des Blattstiels intersivere Färbung, vor allem in der primären Rinde dunkelgelbbraun. Basis des Blattstiels gelbbraun. In Höhe der Knospenanlage Färbung wie beim Blattstiel, nur etwas geringer, in den Markstrahlen, in der Zellschicht um den Gefäßteil und im Kambium zahlreiche braune Körnchen.

Im Übergang zum vierten Internodium hellbraune Epidermis, gelbbraune Färbung in der Stärkescheide und der angrenzenden Zellschicht. Heller in einzelnen Zellen der markstrahlartigen Ausbuchtungen, der unverdickten Fasersicheln und des Siebteils. Hellbraune Tönung mit zahlreichen braunen Körnchen in den Markstrahlen, im Kambium, im Siebteil und in der Zellschicht um den Gefäßteil. Schwächer in zahlreichen Zellen der inneren primären Rinde, der markstrahlartigen Ausbuchtungen und des Marks. Längsschnitt nichts bemerkenswertes.

Schwaches Maximum im Gelenk. Gegen das erste Gelenk kein erheblicher Unterschied. Bei beiden im Übergang nach oben geringe Zunahme.

Oxalat: Im Gelenk an der Blattansatzstelle und den Knospenanlagen erhebliche Mengen in der primären Rinde, in den Markstrahlen, im peripheren Mark und den markstrahlartigen Ausbuchtungen. Im Übergang nach oben weniger, einige Drusen auch in der Basis des Blattstiels.

Sechstes Internodium. Anatomie: Sklerenchymring stark verholzt, zwischen den Bündeln breiter als vor ihnen. Innere primäre Rinde sehr locker und z. T. abgestorben. Markstrahlartige Ausbuchtungen aus gleichmäßig gebauten, unverholzten Zellen bestehend. Mark unverholzt, peripher etwas kleinzelliger.

Chlorophyll: Hellgrüne Färbung in den hypodermalen kollenchymatischen Schichten der primären Rinde, sehr viel in der Stärkescheide und dem Gefäßteil der Bündel, wenig in den lebenden Zellen der mittleren primären Rinde.

Stärke. Lupenbild: Hypodermale Schichten und Stärkescheide blau. Markstrahlartige Ausbuchtungen und einzelne Zellen des Marks schwachblau.

Mit stärkerer Vergrößerung: Zahlreiche Zellen der fünf bis sechs hypodermalen Schichten und der Stärkescheide blau gefärbt. Im Sklerenchymring einzelne Zellen schwachblau. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen in der an die unverdickten Fasersicheln angrenzenden Zellschicht, sowie in diesen schwache Blaufärbung von fein verteilter Stärke, im Siebteil nur gering. Im Mark in einigen Zellen schwache Blaufärbung. Bedeutend weniger Stärke als im ersten und dritten Internodium.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis braun, hypodermale Schichten und Stärkescheide braungelb. Siebteil, Kambium zwischen den Bündeln, Zellschicht um den Gefäßteil gelbbraun, in den markstrahlartigen Ausbuchtungen und den unverdickten Fasersicheln in einzelnen Zellen gelbbraune Tönung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, die zwei bis drei hypodermalen Schichten und Stärkescheide braungelb. In den markstrahlartigen Ausbuchtungen, den unverdickten Fasersicheln und dem Siebteil einzelne braune Zellen. Außerdem hellbraune Tönung in zahlreichen Zellen des Siebteils, im Kambium, mehr gelblichbraun im interfaszikularen Kambium und in der Zellschicht um den Gefäßteil.

Menge geringer als im dritten Internodium.

Sechstes Gelenk. Anatomie: Verholzung wie im dritten Gelenk.

Stärke: Erheblich weniger als im ersten und dritten Gelenk, vor allem in den Übergängen. Im unteren Übergang tiefblau nur hypodermale Schichten und Stärkescheide, in dem oberen nur unmittelbar im Gelenk, weiter entfernt schwach-

blau. Sonst in den markstrahlartigen Ausbuchtungen und im Mark kaum sichtbare Färbung durch fein verteilte Stärke, im Gelenk Zunahme. In den hypodermalen Schichten, in der Stärkescheide, im Mark an der Blattansatzstelle und den Knospenanlagen, hier auch in einzelnen Zellkomplexen der primären Rinde tiefblaue Färbung. Im übrigen Teil des Marks in der primären Rinde und den markstrahlartigen Ausbuchtungen hell- bis schwachblaue Färbung.

Maximum im Gelenk im Mark, an der Blattansatzstelle und den Knospenanlagen. Abnahme nach den Internodien allmählich. Menge geringer als im dritten Gelenk.

Gerbstoff: Deutliche Abnahme im Übergang vom fünften Internodium gegen den Übergang vom dritten Internodium zum dritten Gelenk. Im Gelenk selbst nicht so stark, hier vor allem Abnahme im Mark, der inneren primären Rinde und den markstrahlartigen Ausbuchtungen. Im Übergang zum siebenten Internodium geringe Zunahme.

Oxalat: Erhebliche Mengen von Oxalatdrusen im Mark und der primären Rinde an der Blattansatzstelle und den Knospenanlagen, mehr als im dritten Gelenk.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: Die Epidermis besitzt eine stark verdickte Kutikula. In der primären Rinde sind die drei bis vier hypodermalen Schichten kleinzellig und kollenchymatisch verdickt. In der inneren Rinde finden wir großzelliges und dünnwandiges Gewebe, deren innerste Schicht die Stärkescheide bildet. An sie schließt sich der Sklerenchymring an. Vor den Bündeln liegen unverdickte und unverholzte Fasersicheln. Zwischen ihnen die aus großzelligem und dünnwandigem Parenchym bestehenden markstrahlartigen Ausbuchtungen. Diese gehen zwischen den Bündeln in die von gestreckten Zellen gebildeten Markstrahlen über. Die Bündel sind breit ausgezogen, der Gefäßteil mit weitlumigen Gefäßen bildet zwei Flügel nach den Seiten des Siebteils. Kambium ist vorhanden.

Im Gelenk wird die primäre Rinde breiter, die hypodermalen Schichten zeigen stärker kollenchymatischen Bau. Der Sklerenchymring nimmt an Dicke ab, seine Zellmembranen werden dünner, die Kambiumtätigkeit ist nicht so stark entwickelt. Die markstrahlartigen Ausbuchtungen und das Mark besitzen großzelliges und dünnwandiges Parenchym.

Während der Entwicklung zeigen sich folgende Veränderungen: Im zweiten Internodium, am 29. 5. 15, beginnt sich der Sklerenchymring zu verdicken, Verholzung fehlt. Im zweiten Gelenk haben wir noch jugendliches, zartes Gewebe. Der schmale Sklerenchymring zeigt keine Verdickung.

Im folgenden Stadium vom 18. 6. finden wir das Kambium in voller Tätigkeit in den Internodien, im dritten weniger als im ersten. In beiden zeigt der sehr breite Sklerenchymring schon ziemlich starke Verdickung.

Im Gelenk nimmt der Sklerenchymring an Breite ab und ist weniger stark verdickt. In der Nähe der Blattansatzstelle findet sich kleinzelliges Gewebe, die Bündel zeigen hier einen gestreckten Bau. Kambium hauptsächlich in ihnen tätig, weniger zwischen ihnen.

Im letzten Stadium am 26. 7. tritt eine wesentliche Änderung im anatomischen Bau ein. Im ersten Internodium deformieren sich die Zellen der mittleren primären Rinde sehr stark. Einige Zellen leben noch, andere sind abgestorben und haben sich etwas radiär gestreckt, außerdem finden sich vereinzelte Steinzellen. Die Bündel stehen nicht mehr in Kreisform, sondern in einer Ellipse. Das zentrale und auch das periphere Mark strecken sich in ihrer Hauptachse. Sonst besteht das zentrale Mark aus großzelligem und kleinzelligem Parenchym. Diese Unterschiede nehmen im dritten und fünften Internodium ab, im letzten ist der Sklerenchymring zwischen den Bündeln breiter als vor ihnen und die primäre Rinde erscheint weniger verändert.

Im Gelenk haben sich die inneren Schichten noch wenig oder garnicht verändert. Über der Blattansatzstelle finden wir

in der primären Rinde einige Komplexe kollenchymatisch verdickter Zellen. Verholzung zeigen nur die Gefäßteile der Bündel. Der Sklerenchymring erscheint sehr schmal.

2) Chlorophyll: Im Internodium liegt sehr viel in den hypodermalen, kollenchymatischen Schichten und in der Stärkescheide, in der mittleren primären Rinde in zahlreichen Zellen, am Ende der Entwicklung in den noch lebenden, auch im Gefäßteil der Bündel. Geringere Mengen findet man im Sklerenchymring und in den markstrahlartigen Ausbuchtungen, zwischen den unverdickten und unverholzten Fasersicheln.

Dieselbe Verteilung liegt im Gelenk vor.

3) Reduzierender Zucker: Ziegelroten Niederschlag haben wir im Internodium nur im Mark, wenig in den Bündeln und in der primären Rinde.

Im ersten Gelenk finden wir eine erheblich größere Menge im Mark und um die Bündel, bedeutend weniger in der primären Rinde. Das zweite Gelenk zeigt eine Abnahme.

4) Stärke: In den beiden ersten Stadien finden wir die Stärke nur in der Stärkescheide, im letzten dagegen in fast allen Geweben in erheblichen Mengen.

Im zweiten Internodium vom 29. 5. enthält die einschichtige Stärkescheide sehr viel, desgl. im Gelenk. Eine geringe Zunahme tritt ein, auch an den Knospenanlagen der primären Rinde. Das Maximum liegt über der Blattansatzstelle.

Im folgenden Stadium am 18. 6. besitzt die einschichtige Stärkescheide nur an einer Stelle etwas im ersten Internodium, so auch im Gelenk. Hier außerdem noch in der primären Rinde an den Knospenanlagen Stärkeherde.

Im dritten Internodium wie im ersten. Im dritten Gelenk führt die Stärkescheide auf der Seite der Blattansatzstelle Stärke. Im dritten Internodium und Gelenk weniger als unten.

Das letzte Stadium vom 26. 7. zeigt eine erhebliche Zunahme der Menge. Stärke findet sich hier in den fünf bis

sechs hypodermalen Schichten, in zahlreichen lebenden Zellen der inneren primären Rinde, in der Stärkescheide, in vielen Zellen des Sklerenchymrings, der markstrahlartigen Ausbuchtungen und des peripheren Marks. Diese Verteilung haben wir im ersten Internodium. Hier sind die Stärkescheide und die ihr benachbarte Schicht blau gefärbt. Im dritten Internodium dagegen nur die Stärkescheide, außerdem noch die Markstrahlen, die unverdickten Fasersicheln, der Siebteil der Bündel und die Zellschicht um die Gefäßteile, sonst zeigt sich eine Abnahme gegen das erste Internodium. Diese tritt noch stärker hervor im fünften Internodium, sonst die übliche Verteilung.

Im ersten Gelenk finden wir im Übergang vom ersten Internodium außer der zweischichtigen Stärkescheide die gleiche Verteilung wie im Internodium. An der Blattansatzstelle nimmt die Menge zu, auch im Kambium, besonders nach der Seite des Blattstiels. In Höhe der Knospenanlage haben wir in der primären Rinde wieder die Stärkeherde, im zentralen Mark liegt weniger Stärke. Das Maximum befindet sich über der Blattansatzstelle, nach den Internodien allmähliche Abnahme. Das dritte Gelenk weist die gleiche Verteilung auf, aber eine erhebliche Abnahme, besonders in der der Blattansatzstelle abgewendeten Hälfte des Marks. Im sechsten Gelenk tritt noch eine stärkere Abnahme ein.

In den einzelnen Stadien findet eine Abnahme von den älteren nach den jüngeren Teilen statt. Das Maximum liegt stets im Gelenk über der Blattansatzstelle, die Abnahme in den Übergängen erfolgt allmählich.

Während der Entwicklung tritt am meisten Stärke auf im ältesten Stadium, am wenigsten im mittleren.

5) Gerbstoff: Im jüngsten Stadium am 27. 5. haben wir sehr viel Gerbstoff im zweiten Internodium in der Epidermis, in den Bündeln im Siebteil, weniger in der Bündelscheide im Kambium und in der Stärkescheide. Sehr wenig in den hypodermalen Schichten der primären Rinde.

Im entsprechenden Gelenk nimmt die Menge im Internodium, im Übergang in den Bündeln zu. Das Gelenk selbst enthält viel mehr Gerbstoff, vor allem in den drei bis vier hypodermalen Schichten, weniger in den folgenden. Sehr viel in den Bündeln und den angrenzenden zwei Zellschichten, wenig im zentralen Mark. An der Basis des Blattstiels, in diesem und bei den Knospenanlagen treten bedeutende Gerbstoffmengen in der primären Rinde auf. Nach dem dritten Internodium zu nimmt die Menge wieder ab.

Das erste Internodium vom 18. 6. zeigt die gleiche Verteilung wie das oben beschriebene Internodium, aber weniger. Im dritten Internodium fehlt der Gerbstoff in der hypodermalen primären Rinde, findet sich dagegen in der Zellschicht vor der Stärkescheide, in dieser, im Siebteil der Bündel, in einigen auch in mehreren Gefäßen, außerdem im Kambium und in der Zellschicht um den Gefäßteil, weniger als im ersten Internodium.

Das erste Gelenk besitzt dieselbe Verteilung, die Menge ist aber bedeutend geringer als am 29. 5. Ebenfalls das dritte Gelenk. Nur in der primären Rinde außen weniger, innen jedoch in zahlreichen Zellen mehr. Auf der der Blattansatzstelle entgegengesetzten Seite findet sich erheblich weniger Gerbstoff als an dieser.

Das Stadium vom 26. 7. hat Gerbstoff im ersten Internodium in der Epidermis, in den Bündeln am Siebteil, im Kambium und bei einigen in der Zellschicht um den Gefäßteil. Es besitzt etwas mehr als dasjenige vom 18. 6., aber weniger als das vom 29. 5. Das dritte Internodium zeigt dieselbe Verteilung, aber etwas weniger als das erste Internodium. Im sechsten Internodium finden wir ziemlich viel, aber die Menge ist geringer als im dritten.

In den Gelenken liegt die übliche Verteilung vor. Im ersten und dritten finden wir kein auffallendes Maximum, Mengen ungefähr gleich, aber etwas mehr als in den entsprechenden Internodien. Im sechsten Gelenk findet eine er-

hebliche Abnahme gegen das dritte Gelenk statt, besonders im Mark. Im Übergang zum siebenten Internodium liegt eine geringe Zunahme vor.

Wir finden also, daß stets im Gelenk mehr liegt als im Internodium. Das Maximum haben wir unmittelbar an der Blattansatzstelle. Eine Ausnahme bildet das sechste Gelenk vom 26. 7., wo sich das Maximum im Übergang zum siebenten Internodium befindet.

In den einzelnen Stadien stellen wir eine Abnahme der Gerbstoffmenge von unten nach oben fest.

Während der Entwicklung nimmt der Gerbstoff ab in den Gelenken, im dritten Internodium der beiden letzten Stadien aber zu. In den untersten Internodien haben wir zwei Maxima in den beiden äußersten Stadien.

Das Gerbstoffmaximum liegt unter dem Stärkemaximum. Wo sehr viel Gerbstoff sich findet, haben wir wenig Stärke, und wo viel Stärke, wenig Gerbstoff.

6) Oxalat: Im jüngsten Stadium finden wir wenig Drusen im peripheren Mark und in den markstrahlartigen Ausbuchtungen bei der Blattansatzstelle.

Drusen fand ich nicht im mittleren Stadium.

Beim ältesten treten sie in allen drei Gelenken auf. Im ersten wenige im peripheren Mark bei der Blattansatzstelle. Im dritten bei den Knospenanlagen und der Blattansatzstelle, in der primären Rinde im peripheren Mark und in den markstrahlartigen Ausbuchtungen, im Übergang nach oben tritt Abnahme ein. Im sechsten im Mark und in der primären Rinde an den Knospenanlagen und der Blattansatzstelle, erheblich mehr als im dritten Gelenk.

Während der Entwicklung findet eine Zunahme statt.

Aesculus Hippocastanum.

Die untersuchten Blätter wurden von Trieben junger Bäume genommen. Diese standen sämtlich an derselben gut belichteten Stelle im Botanischen Garten.

Untersucht wurden die Gelenke und die Mitte des Blattstiels und zwar vom ersten und zweiten Wirtel.

Morphologie.

Ein voll entwickelter Trieb besitzt am 26. 7. 15 eine Länge von 31 cm. Die vier gestreckten Internodien zeigen eine kräftige Entwicklung. Ihre Länge beträgt von unten nach oben 6, 10, 8, 6 cm. Ihre Dicke nimmt in der gleichen Richtung ab. Am Ende des Triebes sitzt die mit dunkelbraunen Schuppen besetzte Endknospe. Am unteren Wirtel sind die Schuppen abgefallen, wir finden hier aber kleine Seitentriebe entwickelt. An den übrigen drei Knoten finden wir Wirtel mit je zwei Blättern in dekussierter Blattstellung. Die Größe und Länge der Blätter bezw. der Blattstiele nimmt von unten nach oben erheblich ab. So zeigen die Blattstiele des ersten Wirtels eine Länge von 29 und 27 cm, die des zweiten eine solche von 22 und 18 cm und die des dritten von 10 und 9 cm.

Bei näherer Betrachtung erscheinen die Internodien braun gefärbt mit zahlreichen hellbraunen Lentizellen besetzt, sie sind unbiegsam. Die Blattstiele zeigen an der Basis eine starke Anschwellung, ähnlich einem Pferdehuf, mit der konvexen Seite nach unten weisend. Der Blattstiel wird in der Mitte dünner und weist eine schwache Berippung auf. Während er an der Basis weich ist, läßt er sich in der Mitte nur wenig biegen. Die Blattspreiten zeigen eine kräftige Entwicklung, ihre Nervatur tritt deutlich hervor.

Durch ihre Farbe heben sich die Blattstiele leicht von den Internodien ab. In der Basis tief dunkelgrün mit braunen Haaren besetzt, zeigen sie in der Mitte eine hellere Färbung.

Die Blattspreiten erscheinen auf der Oberseite dunkler grün gefärbt als auf der Unterseite.

Über die Ausbildung der Blattstiele, besonders der Anschwellung und die Länge des Gelenks, seien folgende Daten mitgeteilt (die ersten beiden Zahlen beziehen sich auf die Länge des Blattstiels und auf das Gelenk, die folgenden betreffen die Dicken, auf dem Querschnitt gemessen, und zwar der Reihe nach Gelenk an der Basis, etwas höher, im Übergang zum Blattstiel und Mitte des Blattstiels).

I) Stadium vom 17. 6. 1915:

Erster Wirtel: Länge: 31 u. 2,3 cm. Dicke: 11, 7, 6, 6 mm.
Zweiter » : » : 24 » 2 cm. » : 9, 6, 5, 5 mm.

II) Stadium vom 24. 6. 1915:

Erster Wirtel: Länge: 28 u. 2,3 cm. Dicke: 11, 8, 6, 5 mm.
Zweiter » : » : 21 » 2 cm. » : 8, 6, 5, 4 mm.

III) Stadium vom 26. 7. 1915:

Erster Wirtel: Länge: 29 u. 2,3 cm. Dicke: 10, 7, 5, 4 mm.
Zweiter » : » : 22 » 2 cm. » : 10, 7, 5, 4 » .

Anatomie.

Zugrunde gelegt das am 24. 6. 1915 konservierte Material.

Kräftiger 42 cm langer, verholzter Trieb. Internodien braun bis dunkelgrün. Blattstiele deutlich grün abgesetzt. Gelenke mit braunen Haaren besetzt, und weich. Blattstiele selbst schwach biegsam. Blätter groß und kräftig entwickelt. Am ersten Knoten Seitentriebe. Länge der Blattstiele: Erster Wirtel 28 und 27 cm, zweiter: 21 und 15 cm, dritter: 4 und 10 cm.

Nach dem Konservieren: Internodien mattbraun, Blattstiele rotbraun, Gelenke dunkler.

Erster Blattstiel. a) Mitte: Geschnitten 14 cm über dem Gelenk.

Allgemeine Orientierung: Der Querschnitt erscheint rund. Innen finden wir farbloses, z. T. totes, mit Luft gefülltes Gewebe. In ihnen liegen drei Bündel. Es wird umschlossen

vom Holzkörper, der sich aus dem stark verbreiterten Sekundärholz der Bündel gebildet hat. Er zeigt eine sehr starke Verholzung und einen großen Reichtum an weitlumigen Gefäßen. Die Siebteile der Bündel haben sich auch stark verbreitert und bilden die sekundäre Rinde. Die stark sklerotischen Fasersicheln auf ihrer Außenseite haben sich zu einem fast ununterbrochenen breiten Ring vereinigt. Ihn umschließt die ziemlich schmale primäre Rinde, die innen aus farblosen, dünnwandigen Zellen besteht, während die äußeren Schichten dunkler erscheinen.

Die Lupe zeigt folgendes Bild: Das Mark erscheint farblos und aus dünnwandigen Zellen bestehend, in ihm finden sich drei zentral gelagerte Bündel. Um das Mark liegt der dunkler gefärbte Holzkörper, der sich aus einer großen Anzahl sekundär verbreiterter Bündel mit sehr zahlreichen Gefäßen zusammensetzt. Die sekundäre Rinde, gebildet aus den verbreiterten Siebteilen, erscheint farblos. Dunkler zeigt sich der von Fasersicheln gebildete Ring, er erscheint gewellt. Die primäre Rinde, sehr schmal, innen farblos, erscheint nach dem Konservieren außen dunkler gefärbt.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt folgende Einzelheiten: Die Epidermis besteht aus gleichmäßig gebauten Zellen mit stark verdickten Membranen. Von der primären Rinde sind die sechs hypodermalen Schichten stark kollenchymatisch verdickt. Die Zellen der ersten hypodermalen Schicht gleichen in ihrem Bau sehr denen der Epidermis. Die folgenden Schichten zeigen mehr rundlichen Bau, die Verdickung nimmt nach innen ab. Die inneren Schichten der primären Rinde, in der Zahl sechs, weisen in ihren Zellen einen unregelmäßigen Bau auf. Die Zellen sind groß, dünnwandig und farblos. An sie grenzen die stark sklerotischen Fasersicheln vor den Bündeln, sie sind zehn Zellschichten breit und zwischen den Bündeln etwas nach innen gebogen, hier gehen sie in einander über. Die Siebteile haben sich stark verbreitert und bilden die sekundäre Rinde, sie bleiben jedoch

zart und dünnwandig. Die Gefäßteile bilden den Holzkörper, in dem sich das Sekundärholz stark verbreitert hat und stark verholzt ist. Wir finden in ihm sehr zahlreiche weitlumige Gefäße. Das Primärholz zeigt nur geringe Entwicklung, ebenso die ihm nach innen vorgelagerten Fasersicheln. Das großzellige Mark, peripher unverholzt, besitzt zentral zahlreiche verholzte Zellkomplexe. Die markständigen, bikollateral gebauten Bündel zeigen im Gefäßteil starke Verholzung. Die ein bis zwei Zellschichten des Marks um sie erscheinen unverholzt.

Im zweiten Blattstiel bilden die Fasersicheln noch keinen so stark geschlossenen Ring. Auch sind die Bündel noch nicht vollkommen zum geschlossenen Holzkörper vereinigt.

b) Gelenk: Auf dem Querschnitt erscheint es halbkreisförmig mit der geraden Seite schwach eingebogen und mit abgerundeten Ecken.

Die Anordnung der Gewebe ist, makroskopisch dieselbe wie in der Mitte. Nur stehen die Bündel nicht im Kreise, sondern im Halbkreise angeordnet. Im Mark finden wir nicht drei, sondern fünf bis sechs Bündel, ihre Zahl nimmt erst im Übergang zum Blattstiel ab.

Inbetreff der anatomischen Bauverhältnisse fällt bei mikroskopischer Betrachtung auf, daß die primäre Rinde bedeutend dicker ist. Die äußeren Schichten erscheinen nicht so stark kollenchymatisch verdickt, die innere Rinde erheblich dicker, besteht aus gleichmäßigen, rundlichen Zellen mit schwach verdickten Membranen. Die Fasersicheln, in der Basis unverdickt, werden zunächst kollenchymatisch, erst im Übergang zum Blattstiel sklerenchymatisch. Hier fangen sie auch an, sich zu vereinigen. Ein geschlossener Holzkörper tritt im Gelenk nicht auf. Das Mark um die Bündel erscheint kleinzellig. Im zentralen Mark fehlt die Verholzung.

Das zweite Gelenk zeigt keine wesentlichen Unterschiede, nur die Fasersicheln vor den Bündeln werden früher sklerenchymatisch, zeigen aber keine Verholzung.

Frischuntersuchung.

1) Auf Chlorophyll und Anthocyan am 29. 4. 1915.

Wenig entwickelter Trieb, alles biegsam. Länge der Internodien 3, 2,5, 1,5 cm. Länge der Blattstiele 1. 6,8 und 9 cm, 2. 2,8 und 3 cm.

Untersucht der erste Wirtel.

a) Gelenk: In den peripheren Schichten der primären Rinde intensive Gelbfärbung. Sehr stark auch in den Bündeln, besonders im Gefäßteil. Um die Bündel und zwischen ihnen hellgrüne Färbung. In der Epidermis Anthocyan.

b) Mitte: Primäre Rinde in nur wenigen Schichten tiefgrün, in den übrigen Schichten hellere Färbung. Wenig Grünfärbung in den Bündeln, mehr um diese. Anthocyan in geringerer Menge in der Epidermis als im Gelenk.

2) Auf reduzierenden Zucker am 26. 7. 1915.

Siehe dazu Morphologie des konservierten Materials vom 26. 7.

Untersucht der Blattstiel vom zweiten Wirtel.

a) Im Gelenk: In großen Mengen, vor allem im Mark intensiv ziegelrote Färbung, in der primären Rinde bedeutend weniger. Maximum im Übergang zum Blattstiel im inneren Mark, auch im peripheren und in den markständigen Bündeln.

b) Im Blattstiel selbst erheblich weniger, nur ganz geringe Mengen roten Niederschlages.

Untersuchung des konservierten Materials.

Konserviert am 24. 6. 1915.

Morphologie s. S. 202.

Mitte des ersten Blattstiels. Stärke. Lupenbild: Blaufärbung in den hypodermalen Schichten, in der Stärkescheide, im Holzkörper zwischen den Bündeln, in der Zellschicht um den Gefäßteil und die Fasersicheln und um die

markständigen Bündel. Hellere Färbung in den unverholzten Zellen des Marks.

Mit stärkerer Vergrößerung: In den inneren zwei bis drei kollenchymatischen Schichten der primären Rinde deutliche Blaufärbung, teilts sehr stark, teils weniger. Stärkescheide blau gefärbt, z. T. auch Zellen der ein oder zwei benachbarten Schichten, ganz schwachblau einzelne Zellen der sekundären Rinde, tiefblau einzelne Zellen des Holzkörpers, heller das Primärholz und die Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel. Hellblaue Färbung in den unverholzten Zellen des Marks, nicht in den verholzten. Ein bis drei Zellschichten um die markständigen Bündel dunkelblau gefärbt.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis und hypodermale Schicht tiefbraun, gleichfalls zahlreiche Zellen der folgenden Schichten, in der Mittelrinde vereinzelt gelbe Zellen. Zahlreiche dunkelbraune Idioblasten in der Stärkescheide und der nächst benachbarten Schicht der Innenrinde, in der sekundären Rinde, im Primärholz der Bündel und in der Zellschicht um den Gefäßteil. Gelbbraune Idioblasten um die markständigen Bündel, wenige in ihrem Siebteil, mehr im übrigen Mark.

Anordnung der Gerbstoffzellen auf dem Längsschnitt in einzelnen Reihen in der Längsrichtung. Länge derselben sehr verschieden, selten auch die Zellen einzeln liegend.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis und hypodermale Schicht tiefbraun, ebenso zahlreiche Zellen der folgenden vier Schichten, wenige gelbe Idioblasten in der Mittelrinde. Zahlreiche gelbbraune Zellen in der Stärkescheide und in der nächst benachbarten Schicht. In der sekundären Rinde, im Primärholz der Bündel und in den äußersten Schichten des peripheren Marks. Heller in zwei Zellschichten um die markständigen Bündel und in deren Siebteil. Im übrigen Mark eine Anzahl gelbbrauner Idioblasten.

Oxalat: Im Mark sehr viele Drusen, in der primären Rinde weniger.

Gelenk des ersten Blattstiels. Stärke. Lupenbild: An der Basis in der Stärkescheide auf der Außenseite der Bündel deutliche Blaufärbung, später bei der Vereinigung der Fasersicheln in der Stärkescheide auf dessen Außenseite. Im Übergang zum Blattstiel allmähliche Blaufärbung im Mark, zuerst nur peripher schwach, dann auch zentral blau-violett.

Mit stärkerer Vergrößerung: Unmittelbar an der Blattansatzstelle tiefblaue Färbung in ein bis drei Zellschichten vor den Fasersicheln. Weiter nach oben auf der Außenseite des Faserrings ein- bis zweischichtige, deutlich blau gefärbte Stärkescheide. Im Übergang zum Blattstiel Mark noch unverholzt, peripheres Mark zuerst schwachblau, ebenso Zellschicht um die markständigen Bündel. Dann auch Mark schwach verholzt, zentrales Mark in den unverholzten Zellen schwachblau-violett gefärbt. Stärkescheide unverändert. Ganz geringe Blaufärbung in den zwei bis drei inneren kollenchymatischen Schichten der primären Rinde.

Maximum im Übergang vom Gelenk zum Blattstiel und zwar im Mark. Im Blattstiel selber mehr als im Gelenk.

Gerbstoff. Lupenbild: An der Basis Epidermis und hypodermale Schicht tiefbraun. Schwächere Färbung in der primären Rinde, in den Bündeln und dem inneren Gewebe. Weiter nach oben Abnahme des Niederschlages, desgl. im Übergang zum Blattstiel.

Mit stärkerer Vergrößerung: An der Basis Epidermis und die zwei bis drei hypodermalen Schichten tiefbraun. In den folgenden fünf bis sechs Schichten sehr zahlreiche braune bis intensiv gelbbraun gefärbte Idioblasten, desgl. in den Bündeln. In der inneren primären Rinde und im Mark zahlreiche hellgelbbraune Idioblasten. Weiter nach dem Blattstiel zu Epidermis und hypodermale Schichten tiefbraun, zahlreiche braungelbe Idioblasten in den zwei bis drei hypodermalen Schichten und in den Bündeln, auch in den markständigen. Gelbbraune Idioblasten sehr viel in der inneren primären Rinde, in der Bündelzone und den ein bis zwei Zellschichten um die mark-

ständigen Bündel, weniger im zentralen Mark. Im Übergang zum Blattstiel wie in diesem selbst.

Maximum im Gelenk, vor allem in den äußeren Schichten. Abnahme nach dem Blattstiel. In diesem selbst weniger als im Gelenk.

Oxalat: Im Gelenk erhebliche Mengen, vor allem im Mark, in der primären Rinde. Hier etwas mehr im Übergang zum Blattstiel. Vom Gelenk aus allmähliche Abnahme.

Mitte des zweiten Blattstiels. Anatomie: Die inneren Gewebe der primären Rinde schwach kollenchymatisch verdickt.

Stärke: Im allgemeinen wie vorher, aber schwächere Färbung in den drei hypodermalen Schichten, sowie in der sekundären Rinde und im Mark. Menge geringer als im ersten Blattstiel.

Gerbstoff: In der zweiten bis vierten hypodermalen Schicht geringere Mengen als im ersten Blattstiel. Sonst im allgemeinen die gleiche Verteilung. Nur hier noch vereinzelte braungelbe Idioblasten in den Fasersicheln und den sie verbindenden Zellen. Menge etwas geringer als im ersten Blattstiel.

Oxalat: Verteilung wie im ersten Blattstiel, Menge geringer.

Gelenk des zweiten Blattstiels. Stärke. Lupenbild: Wie im ersten Gelenk.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der primären Rinde im Übergang zum Blattstiel Färbung dunkler, im Mark jedoch schwächer, wenig Blaufärbung in einzelnen Zellen der Gefäßteile und der zwischen ihnen liegenden Schichten. Sonst wie im ersten Gelenk, jedoch geringere Mengen.

Maximum wie im ersten Gelenk.

Gerbstoff: Menge und Verteilung wie im ersten Gelenk. Maximum in der Basis des Blattstiels.

Oxalat: Menge etwas geringer, Verteilung wie im ersten Gelenk. Abnahme vom Gelenk nach dem Blattstiel.

Konserviert am 17. 5. 1915.

36 cm langer kräftiger Trieb. Vier Internodien: 10, 10, 11, 5,3 cm lang. Unten fest, oben biegsam, grün gefärbt. Blattstiele biegsam und hellgrün. Länge im ersten Wirtel 31 und 31 cm, im zweiten 24 und 15 cm, im dritten 18 und 18 cm, im vierten 4 und 2,5 cm, Blätter kräftig.

Nach dem Konservieren: Internodien und Blattstiele, braun, meist ist der Blattstiel dunkler.

Untersucht den ersten und zweiten Wirtel.

Mitte des ersten Blattstiels. Anatomie: Innere primäre Rinde gleichmäßig gebaut, und schwach verdickte Membranen. Fasersicheln nur schwach sklerenchymatisch, dazwischen Zellen verdickt, selten sklerenchymatisch ausgebildet. Zellen zwischen den Bündeln unverholzt mit schwach verdickten Membranen. Mark unverholzt. In ihm sieben kollateral gebaute Bündel.

Stärke: Erheblich weniger als im Stadium vom 24. 6. Nur in der einschichtigen Stärkescheide Blaufärbung.

Gerbstoff. Lupenbild: Tiefbraune Färbung in der Epidermis und der hypodermalen Rinde. Nicht so stark an den Fasersicheln und zwischen und um die Bündel, desgl. in den markständigen Bündeln.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis und hypodermale Schicht tiefbraun. Zahlreiche gelbbraune Idioblasten in den folgenden drei bis vier Schichten, in der Stärkescheide, weniger in den Fasersicheln und besonders zwischen ihnen, in der an die Bündel grenzenden Schicht des Marks und in der Schicht um die markständigen Bündel. Wenige in diesen sowie im Gefäßteil der äußeren Bündel. Nur sehr wenige heller gefärbte Zellen in der mittleren Rinde und im zentralen Mark.

Menge erheblich geringer als am 24. 6., besonders Abnahme in der Bündelzone.

Gelenk des ersten Blattstiels. Anatomie: Keine Verholzung.

Stärke: Erheblich weniger als am 24. 6. Blaufärbung nur in der Stärkescheide, diese in der Basis ein- bis zweischichtig deutlich blau gefärbt. Im Übergang zum Blattstiel schwächer gefärbt. Im Mark und in der äußeren primären Rinde keine Blaufärbung. Geringes Maximum im oberen Teil des Gelenks, Abnahme im Übergang zum Blattstiel.

Gerbstoff. Lupenbild: Keine sichtbaren Unterschiede gegen 24. 6. Nur äußere Schichten nicht so intensiv gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis in Epidermis und hypodermaler Schicht gleiche Mengen, in den folgenden Schichten jedoch bedeutend weniger und auch heller gefärbte Zellen als am 24. 6. Auch die Idioblasten der inneren Rinde und im Mark heller, nur gelb, gefärbt. Weiter nach oben noch weniger in der peripheren primären Rinde, desgl. auch im Mark.

Maximum in der Basis des Blattstiels, nach diesem zu Abnahme.

Oxalat: Sehr wenig im Mark und in der primären Rinde in der Basis des Blattstiels.

Mitte des zweiten Blattstiels. Anatomie: Fasersicheln nur vor den Bündeln ausgebildet. Mark kleinzelliger, keine Verholzung.

Stärke: Wie im ersten Blattstiel. Erheblich weniger als am 24. 6.

Gerbstoff. Lupenbild: Äußere Schichten tiefbraun, Bündelzone, auch um die Fasersicheln und um die markständigen Bündel. Etwas hellere Zellen im übrigen Mark und in der mittleren primären Rinde.

Mit stärkerer Vergrößerung: Eine erhebliche Zunahme der Menge gegen den ersten Blattstiel. Epidermis und hypodermale Schicht tiefbraun, etwas heller zahlreiche Zellen der drei bis vier folgenden Schichten. Sehr viel gelbbraune Idioblasten in der Stärkescheide und der nächst benachbarten Schicht der Rinde, in den Fasersicheln, in der sekundären Rinde, im Holzkörper, sowie im Mark in der Zellschicht un-

mittelbar an die Bündel grenzend und in der Zellschicht um die markständigen Bündel. Im übrigen Mark sehr zahlreiche heller gefärbte Idioblasten, weniger in der Mittelrinde.

Gegen den zweiten Blattstiel vom 24. 6. erheblich mehr Idioblasten im Mark und in der Mittelrinde, weniger jedoch im Holzkörper, in der sekundären Rinde und in den markständigen Bündeln. Färbung hier auch nicht so intensiv.

Gelenk des zweiten Blattstiels. Anatomie: Keine Verholzung.

Stärke: Wie im ersten Gelenk.

Gerbstoff: Verteilung die übliche. In den peripheren Schichten weniger starker Niederschlag, Menge geringer als im ersten Gelenk, auch als im zweiten Gelenk vom 24. 6. Niederschlag nicht so intensiv.

Maximum in der Basis des Blattstiels, nach diesem Abnahme.

Konserviert am 26. 7. 1915.

Kräftiger stark verholzter Trieb, 31 cm lang. Vier Internodien: 6, 10, 8, 6 cm lang. Am ersten Knoten Knospenschuppen abgefallen, da zwei Seitentriebe. Länge der Blattstiele: im ersten Wirtel 28 und 27 cm, im zweiten 22 und 18 cm, im dritten 10 und 9 cm. Internodien unbiegsam, dunkelgrünbraun, mit hellbraunen Tüpfelchen. Blattstiele deutlich dunkelgrün abgesetzt. Gelenke stark angeschwollen und weich. Blattstiele fest, Blätter voll entwickelt, einseitig nach oben gerichtet, da Trieb in Horizontalstellung.

Nach dem Konservieren: Internodien grünbraun, Blattstiele hellbraun, mit zahlreichen dunklen Flecken. Basis dunkelbraun.

Untersucht die Blattstiele des ersten und zweiten Wirtels.

Mitte des ersten Blattstiels. Geschnitten 14 cm über dem Gelenk.

Anatomie: Die innere primäre Rinde sehr locker, Fasersicheln vor den Bündeln stark verholzt, Holzkörper voll ent-

wickelt, desgl. die sekundäre Rinde. Fasersicheln am Primärholz verholzt. Vom Mark nur die äußersten zwei Schichten und zwei bis drei Schichten um die markständigen Bündel unverholzt.

Stärke. Lupenbild: Stärkescheide nur schwachblau gefärbt. Intensiv blau der Holzkörper, das äußerste Mark und um die markständigen Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide nur in ein bis zwei Zellschichten schwachblau gefärbt. Tiefblaue Färbung in zahlreichen Zellen des Holzkörpers im unverholzten peripheren Mark und in ein bis zwei Zellschichten um die markständigen Bündel. In diesen die gleiche Färbung in zahlreichen Zellen des Gefäßteiles. Im verholzten Mark keine Stärke.

Menge geringer als am 24. 6., aber mehr als am 17. 5.

Gerbstoff: Die übliche Verteilung. Niederschlag intensiver als am 24. 6. Menge auch etwas größer. Erheblich mehr als am 17. 5.

Oxalat: Wenige Kristalle im Mark und in der primären Rinde.

Gelenk des ersten Blattstiels. Anatomie: Primäre Rinde und Mark in der Basis kleinzellig und unverholzt. Im Übergang beginnende Verholzung des Marks.

Stärke. Lupenbild: In der Basis Blaufärbung in der Stärkescheide, weiter nach oben schwächer, blau gefärbt auch der Holzkörper. Im Übergang zum Blattstiel hellblaue Färbung, auch im peripheren Mark um die markständigen Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis eine ein- bis zweischichtige, deutlich blau gefärbte Stärkescheide vor den Bündeln, etwas weiter nach oben Stärkescheide unterbrochen. Näher dem Blattstiel zu Stärkescheide nur schwachblau gefärbt, desgl. der Holzkörper und zwei Zellschichten um die markständigen Bündel. Kaum sichtbare Blaufärbung in den ein bis zwei peripheren Schichten des Marks. Im Übergang zum Blattstiel erhebliche Zunahme, besonders im Holzkörper und

um die markständigen Bündel. Die unverholzten Zellen des Marks hellblau gefärbt.

Maximum im Übergang zum Blattstiel. Erheblich mehr in diesem Blattstiel als am 17. 5. und bedeutend weniger als am 24. 6.

Gerbstoff. Lupenbild: Mikroskopische Untersuchung keine erheblichen Unterschiede gegen 24. 6., nur eine geringe Zunahme gegen dieses Stadium.

Oxalat: Große Mengen im Gelenk, besonders im Mark. Weniger in der primären Rinde, starke Abnahme nach dem Blattstiel.

Mitte des zweiten Blattstiels. Anatomie: Holzkörper sehr stark verholzt, ebenso die Fasersicheln vor den Bündeln. Innere primäre Rinde sehr locker. Fünf markständige Bündel, Mark ziemlich stark verholzt.

Stärke: Wie im ersten Blattstiel, aber erheblich weniger, weniger auch als am 24. 6., vor allem nicht im verholzten Mark Blaufärbung.

Gerbstoff: Verteilung wie im ersten Blattstiel, aber zahlreichere Idioblasten in der sekundären Rinde und im Holzkörper, Menge geringer als am 24. 6. In der primären Rinde jedoch intensivere Färbung.

Oxalat: Wenig in der primären Rinde, vereinzelte Kristalle im Mark.

Gelenk des zweiten Blattstiels. Anatomie: Basis unverholzt, im Übergang zum Blattstiel ziemlich starke Verholzung.

Stärke: Verteilung wie üblich, aber erheblich mehr als im ersten Gelenk. Im oberen Teil des Gelenks schon ziemlich viel im Mark. Starke Zunahme im Übergang zum Blattstiel, weniger als am 24. 6.

Gerbstoff: Verteilung dieselbe wie im ersten Gelenk, aber erheblich weniger. Ungefähr die gleiche Menge wie am 24. 6, Maximum in der Basis.

Oxalat: Verteilung wie im ersten Gelenk, aber Menge erheblich geringer, besonders in der Rinde.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: Außen finden wir die Epidermis, die aus gleichmäßig gebauten und verdickten Zellen besteht. An diese schließt sich die primäre Rinde an. Die sechs hypodermalen Schichten zeigen kollenchymatischen Bau. Die innere Rinde wird aus dünnwandigen Zellen gebildet, die im ersten Stadium gleichmäßig rundlich sind, später erscheint das ganze Gewebe unregelmäßig und locker. Im Gelenk finden wir die innere Rinde breiter, auch sind hier die Membranen schwach kollenchymatisch. Die Fasersicheln zeigen in der Basis des Blattstiels nur geringe kollenchymatische Verdickung. Weiter nach oben gehen sie in sklerenchymatisches Gewebe über und beginnen sich zu vereinigen. Im Laufe der Entwicklung geschieht dies mehr und mehr, auch werden sie stärker verdickt. Die Bündel zeigen kollateralen Bau, der Siebteil bleibt zart. Der Gefäßteil zerfällt in das innere, mehr und mehr verholzende, schließlich sehr starke Sekundärholz und das wenig entwickelte Primärholz. Die Siebteile und das Sekundärholz wachsen sekundär in die Breite und bilden die sekundäre Rinde bezw. den Holzkörper. Im Gelenk stets geringere Verholzung als in der Mitte des Blattstiels. Fasersicheln am Primärholz stets nur schwach entwickelt.

Das Mark besitzt regelmäßig gebaute Zellen. Peripher bleibt es unverholzt, im Gelenk auch das zentrale. Im zweiten Stadium finden wir im zentralen Mark in vielen Zellen Verholzung. Im letzten erscheint es dickwandiger und bis auf drei Schichten um die markständigen Bündel und zwei periphere an die Bündel grenzende Schichten verholzt. Die Zahl der Bündel im Mark schwankt zwischen drei und sieben. Ihr Bau, anfangs kollateral, wird später bikollateral, Verholzung im Gefäßteil.

Allgemein bleibt noch zu bemerken, daß im unteren Wirtel eine stärkere Verholzung vorliegt als im oberen.

2) Chlorophyll: Findet sich in der Basis sehr viel in den peripheren Schichten der primären Rinde, in den Bündeln, hauptsächlich im Gefäßteil, weniger um die Bündel und zwischen ihnen. In der Mitte des Blattstiels nimmt die Menge in der primären Rinde und in den Bündeln ab.

3) Anthocyan: Tritt in der Epidermis auf, mehr in der Basis als in der Mitte des Blattstiels.

4) Reduzierender Zucker: Im Gelenk in großen Mengen, im Mark intensiv ziegelrote Färbung, bedeutend weniger in der primären Rinde. Maximum im Übergang zum Blattstiel im inneren Mark, hier auch im peripheren und in den markständigen Bündeln. Im Blattstiel nur geringe Mengen.

5) Stärke: Wir finden sie im Blattstiel in den inneren kollenchymatischen Schichten der primären Rinde, in der Stärkescheide, im Parenchym zwischen den Siebteilen, wenig in der sekundären Rinde, mehr im Holzkörper, desgl. in den Markstrahlen und dem Mark, besonders in der Zellschicht um die markständigen Bündel. Im jüngsten Stadium nur in der einschichtigen Stärkescheide. Im letzten Stadium fehlt die Stärke der primären Rinde, sonst aber sehr große Mengen.

Im Gelenk tritt die Stärke nur in der meist zweischichtigen Stärkescheide vor den Fasersicheln auf. Im Übergang zum Blattstiel verteilt wie in diesem.

Allgemein finden wir das Stärkemaximum im Übergang von der Basis zum Blattstiel, vor allem im Mark. Die Menge nimmt vom unteren nach dem oberen Wirtel ab.

Während der Entwicklung vollzieht sich eine erhebliche Zunahme der Stärkemenge vom ersten nach dem zweiten Stadium, vom zweiten nach dem letzten aber wieder Abnahme.

6) Gerbstoff: Die Verteilung im Gelenk des Blattstiels ist folgende: sehr viel in der Epidermis und den drei bis vier hypodermalen Schichten. Zahlreiche braune Idio-

blasten in den folgenden fünf bis sechs Schichten. Heller gefärbte in der inneren Rinde und im peripheren Mark, dunkelbraune auch im Holzkörper, weniger in der sekundären Rinde und besonders in der Zellschicht um die Bündel. Nach dem Blattstiel zu nimmt die Zahl der Idioblasten ab. In der Mitte des Blattstiels hat sie sich erheblich verringert, besonders in der inneren Rinde, im Mark und, wenn auch nicht so stark, in den Bündeln.

In den einzelnen Stadien finden wir das Gerbstoffmaximum stets im Gelenk, sonst das gleiche Verhalten wie die Stärke.

Während der Entwicklung stellen wir im unteren Gelenk eine Zunahme fest, gleichfalls im oberen, nur sind hier die Unterschiede zwischen dem 24. 6. und dem 26. 7. gering.

Im unteren Blattstiel findet sich am meisten im letzten Stadium, am wenigsten im mittleren, zwischen beiden das jüngste. Im oberen Blattstiel am meisten im mittleren Stadium, das älteste besitzt ungefähr ebensoviel, das jüngste weniger.

7) Oxalat: Im Gelenk in der primären Rinde und im Mark Zunahme während der Entwicklung. Wir finden Drusen sowohl im Blattstiel wie im Gelenk, im unteren Wirtel am meisten im Übergang zwischen beiden. Im zweiten Blattstiel findet sich weniger. Im ersten Stadium tritt Oxalat nur in geringen Mengen im Gelenk des ersten Wirtels auf.

Acer pseudoplatanus.

Die untersuchten Blätter entstammten Trieben junger Bäume, die sich an demselben gut belichteten Standorte des Botanischen Gartens befanden.

Ein voll entwickelter Trieb besitzt am 26. 7. 1915 eine Länge von 60 cm. Seine fünf Internodien zeigen eine Länge von 5, 19, 24, 9, 3 cm. Ihre Dicke nimmt in derselben Richtung ab. Die Blätter stehen dekussiert. Ihre Größe und

die Länge ihrer Blattstiele zeigt von unten nach der Spitze des Triebes eine erhebliche Abnahme. So beträgt die Länge der Blattstiele im ersten Wirtel 18 und 16 cm, im zweiten 10 und 8 cm, im dritten 7,5 und 7 cm, im vierten 8,5 und 3 cm.

Die Internodien zeigen eine hellbräunliche Färbung, hervorgerufen durch die Korkbildung, die jüngeren, bei denen diese noch fehlt, erscheinen dunkelgrün.

Die Blattstiele erscheinen an der Basis stark angeschwollen, jedoch nicht so stark wie bei Aesculus. Auf dem Querschnitt zeigt die Basis ein halbmondförmiges Bild mit abgerundeten Ecken, das nach dem Blattstiel zu allmählich in ein kreisförmiges übergeht. Die Länge der Basis beträgt am ersten Wirtel etwa 1 cm, die des Blattstiels 18 cm. Die Dickenverhältnisse erscheinen auf dem Längsschnitt eigentümlich, wenn man nämlich einen solchen in der Richtung von der Unterseite nach der Oberseite macht, dann zeigt sich die Basis sehr dünn und allmähliche Verdickung nach dem Blattstiel tritt ein. Auf einem senkrecht dazu geführten Längsschnitt würden wir die größte Dicke an der Basis finden. Diese ist etwa doppelt so dick wie der Blattstiel.

Das Gelenk erscheint tiefgrün und deutlich vom Internodium abgesetzt. Der Blattstiel der unteren Wirtel zeigt auf der Oberseite eine rötliche, auf der Unterseite eine grünliche Färbung, der Blattstiel der oberen Wirtel bleibt grün. Die Blattspreiten sind oberseits dunkelgrün, unterseits hellgrün gefärbt.

Die unteren Internodien erscheinen fest, die oberen schwach biegsam. Die Gelenke der Blattstiele bleiben stets weich, die oberen Blattstiele ebenfalls, die unteren lassen sich nur wenig biegen.

Anatomie.

Zugrunde gelegt das am 18. 6. 1915 konservierte Material.

Trieb 89 cm lang. Neun Internodien, 1, 3, 17, 18, 16, 11, 9, 8, 3 cm lang, Länge der Blattstiele der einzelnen Wirtel

im ersten 35 und 27 cm, im zweiten 21 und 16 cm, im dritten 12 und 12 cm, im vierten 13 und 10 cm, im fünften 8 und 8 cm, im sechsten 6 und 6 cm, im siebten 6 und 5 cm. Beginn der Korkbildung in den unteren Internodien, hellbraune Färbung, Gelenke scharf dunkelgrün abgesetzt, Blattstiele der unteren Wirtel schwach biegsam, oberseits stark gerötet, unterseits grün. Obere Wirtel biegsam und grün. Blätter voll entwickelt.

Nach dem Konservieren: Internodien braun, Blattstiele dunkelgrün, Gelenke dunkler.

Mitte des ersten Blattstiels. Mit bloßem Auge betrachtet, erscheint der Querschnitt rund, auf der Oberseite etwas abgeflacht. Innen sehen wir das farblose Mark mit zahlreichen zu einem Halbkreise vereinigten Bündeln. Um das Mark schließt sich die grüne Bündelzone und um diese außen die schmale primäre Rinde mit der Epidermis. Das Mark nimmt etwa die Hälfte des Querschnitts ein.

Unter der Lupe fällt an der Epidermis nichts besonderes auf. Die primäre Rinde erscheint außen kollenchymatisch verdickt und grün gefärbt, innen farblos. Zwischen beiden tritt keine so scharfe Grenze hervor, wie bei Aesculus. In der Bündelzone finden wir vor den Bündeln schmale Fasersicheln, die nur z. T. in Verbindung stehen. Die Bündel, in der Zahl 16, sind sehr breit. Ihr Siebteil ist zart. Beim Gefäßteil fällt das stark entwickelte grün gefärbte Sekundärholz auf, das Primärholz tritt dagegen zurück. Die Markstrahlen zeigen nur geringe Entwicklung. Das Mark erscheint großzellig und dünnwandig. In ihm liegen Bündel, die zu einem Halbkreis vereinigt sind, der nach der Oberseite offen erscheint. Ihre Zahl wechselt sehr stark. In diesem Blattstiel finden wir drei, auch bleiben sie hier durch je eine Zellschicht von einander getrennt.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt folgende Einzelheiten: Die Epidermis besteht aus kleinen, regelmäßig gebauten und dickwandigen Zellen. Die primäre Rinde setzt sich in

ihren äußeren Teilen zusammen aus sechs Schichten rundlicher und stark kollenchymatisch verdickter Zellen, die in den mittleren Schichten ziemlich groß sind. Die kollenchymatische Verdickung nimmt nach innen allmählich ab und geht in die innere Rinde über. Diese besteht aus vier Schichten großzelligen, dünnwandigen und farblosen Gewebes, dessen innerste Schicht als Stärkescheide dient.

Die Fasersicheln vor den Bündeln zeigen keine so kräftige Entwicklung wie bei Aesculus. Sie bestehen aus vier Schichten sklerenchymatischer, aber nicht so stark verholzter Zellen, auch bilden sie keinen geschlossenen Ring. Die Zellen zwischen ihnen zeigen zwar auch schwache Verholzung, sind aber viel größer.

Bei den sehr breiten Bündeln fällt der Siebteil durch seine geringe Entwicklung auf, desgl. das Primärholz und das Kambium. Das Sekundärholz weist dagegen eine mächtige Entwicklung und starke Verholzung auf.

Die Markstrahlen erscheinen nur zwischen den Bündeln verholzt. Das Mark besteht aus großen, dünnwandigen und farblosen Zellen und erscheint schwach verholzt, die ein bis zwei peripheren Schichten sind aber unverholzt.

Die markständigen Bündel zeigen denselben Bau wie die übrigen, mit Ausnahme eines bikollateral gebauten [1]). Der zweite Blattstiel gleicht dem ersten sehr, nur finden wir hier zwei markständige Bündel, jedoch beginnt sich das eine zu teilen.

Im jüngsten Stadium besitzen die Fasersicheln nur schwach verdickte Membranen. Die Bündel, sehr zart gebaut, zeigen nur geringe Verholzung, das Mark zwischen ihnen erscheint kleinzellig, das übrige etwas großzelliger. Markständig finden wir sechs Bündel, im geschlossenen Halbkreis angeordnet, und außerdem eins im Zentrum stehend.

---

1) Plitt, S. 38: »Acer pseudoplatanus besitzt markständige Bündel, die A. campestre und platanoides fehlen.

Im zweiten Blattstiel desselben Stadiums finden wir die Fasersicheln eben hervortretend, die markständigen Bündel grenzen aneinander und bilden einen Halbkreis.

Im letzten Stadium finden wir im ersten Blattstiel eine schärfere Differenzierung zwischen der äußeren und inneren Rinde. Das Mark erscheint großzelliger und stärker verholzt als früher. Die markständigen Bündel bilden einen Halbkreis mit zwei Bündeln in der Mitte, sonst Verholzung wie im zweiten Stadium.

Das gleiche gilt vom zweiten Blattstiel, nur haben hier die Siebteile der markständigen Bündel eine mächtige Entwicklung erfahren, in der Mitte liegt nur ein Bündel.

Das Gelenk des ersten Blattstiels. Die Anschwellung tritt nicht so stark hervor wie bei Aesculus. Auf dem Querschnitt erscheint das Gelenk halbmondförmig mit abgerundeten Ecken, nach oben nimmt es allmählich die Form eines Halbkreises an. Die Anordnung der Gewebemassen erscheint genau wie die der Mitte. In der Basis zeigen die Fasersicheln zuerst nur eine geringe Entwicklung, die Rinde zeigt einen breiteren und auch in den inneren Schichten kollenchymatischen Bau. Die Markstrahlen bestehen aus kleinen schwach verdickten Zellen, in der Basis treten sie nicht so deutlich hervor. Das Mark erscheint großzellig.

Im jüngsten Stadium bestehen die Rinde und das Mark aus kleinzelligem Gewebe. Die Entwicklung der Gewebe ist die gleiche wie bei Aesculus.

Die Frischuntersuchung auf Chlorophyll und reduzierenden Zucker zeigte die gleiche Menge und Verteilung wie bei Aesculus.

Untersuchung des konservierten Materials.

Untersucht stets Blattstiele des ersten und zweiten Wirtels.

Konserviert am 18. 6. 1915.

Morphologie s. S. 217.

Mitte des ersten Blattstiels. Geschnitten 11 cm über der Basis.

Stärke. Lupenbild: Deutliche Blaufärbung in der Stärkescheide auf der Innenseite der Bündel und um die markständigen Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: Einschichtige Stärkescheide, Markstrahlen und ein bis zwei Zellschichten um den Gefäßteil der Bündel deutlich blau gefärbt. Im Siebteil der Bündel in der Zellschicht um die markständigen Bündel und deren Siebteil schwache Blaufärbung.

Gerbstoff. Lupenbild: Nichts auffallendes, nur Epidermis und äußere Rinde dunkelbraun gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis hellbraun. Primäre Rinde in den hypodermalen kollenchymatischen Schichten, in den ersten beiden Schichten sämtliche Zellen grünbraun bis braun. Weiter nach innen schmale braungrün gefärbte Streifen aus zwei bis drei Zellreihen bestehend. In der mittleren Rinde vereinzelte schwachgelb gefärbte Zellen, in der Stärkescheide und der nächst benachbarten Schicht häufiger und intensiver gefärbt. Einzelne grünbraune Idioblasten in den Zellen zwischen den Fasersicheln, sowie in den markständigen Bündeln.

Oxalat: In einzelnen Kristallen in der inneren primären Rinde.

Gelenk des ersten Blattstiels. Stärke. Lupenbild: In der Basis deutliche Blaufärbung in der Stärkescheide, zuerst nur vor den Bündeln, nach dem Übergang zu Blaufärbung auch auf der Innenseite der Bündel und zwischen ihnen.

Mit stärkerer Vergrößerung: Tiefblaue Färbung in der ein- selten zweischichtigen Stärkescheide vor den Bündeln. In der mittleren und inneren Rinde schwache Blaufärbung durch fein verteilte Stärke. Weiter nach oben Stärkescheide meist zweischichtig. Färbung in der Rinde nicht intensiv. Schwache Blaufärbung in ein bis zwei Zellschichten um den

Gefäßteil der Bündel. Im Übergang zum Blattstiel Abnahme der Färbung in der Stärkescheide und der Rinde, tiefblaue Färbung jedoch zwischen den Gefäßteilen der Bündel, heller in zwei benachbarten Schichten und in zwei Schichten des Marks. Desgl. im Sekundärholz der Bündel. Im unverholzten Mark schwache Blaufärbung durch fein verteilte Stärke.

Maximum im Übergang zum Blattstiel, besonders zwischen den Bündeln. Im Blattstiel mehr als im Gelenk.

Gerbstoff. Lupenbild: In der Basis in der Epidermis und den hypodermalen Schichten braune Färbung, heller in der Bündelzone. Weiter nach oben Abnahme der Färbung. Im Übergang zum Blattstiel das gleiche, weniger die hypodermalen Schichten und die Zellen der Bündelzone gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis Epidermis und hypodermale Schicht tiefbraun. In den folgenden Schichten zahlreiche, grünlichbraune Idioblasten, in den Bündeln viele braune Zellen. In der Stärkescheide und besonders zwischen den Fasersicheln gelbliche Tönung. Weiter nach oben Epidermis hellbraun, hypodermale Schicht und viele Zellen der kollenchymatischen Schicht gelbbraun, schwach in den unverdickten Markstrahlen. Braune Idioblasten in den Bündeln. In der Mittelrinde schwach gelbliche Tönung in einigen Zellen, in der Stärkescheide vereinzelt gelbbraune Idioblasten. Im Übergang zum Blattstiel wie in diesem, jedoch etwas stärkere Gelbgrüntönung in der Mittelrinde und zahlreichere gelbbraune Idioblasten in der Stärkescheide.

Maximum im Gelenk, allmähliche Abnahme nach dem Blattstiel.

Oxalat: Basis sehr wenig in der primären Rinde, nach dem Blattstiel Zunahme, sehr viel in der primären Rinde, wenig im peripheren Mark.

Mitte des zweiten Blattstiels. Geschnitten 10 cm über der Basis.

Stärke: Nur in der einschichtigen, blaugefärbten Stärkescheide.

Gerbstoff: Verteilung wie im ersten Blattstiel, jedoch in der fünften bis sechsten hypodermalen Schicht erheblich weniger Idioblasten. Färbung in der Stärkescheide auch nicht so intensiv.

Oxalat: Vereinzelte Kristalle in der inneren primären Rinde.

Gelenk des zweiten Blattstiels. Stärke. Lupenbild: In der Basis Stärkescheide intensiv blau gefärbt. Auf der Innenseite der Bündel nach dem Blattstiel allmählich stärker werdende Blaufärbung. Im Übergang auch um die markständigen Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis vor den Bündeln zwei- bis dreischichtige tiefblau gefärbte Stärkescheide, in der inneren Rinde nur geringe Färbung durch fein verteilte Stärke. Weiter nach oben Stärkescheide ununterbrochen, meist ein- bis zweischichtig, blau gefärbt. Färbung in der inneren Rinde sehr gering. Im Übergang zum Blattstiel schwache Blaufärbung durch fein verteilte Stärke in der mittleren Rinde. Deutliche Blaufärbung der einschichtigen Stärkescheide, desgl. in den Markstrahlen, in zwei Zellschichten an den Seiten der Gefäßteile und im Sekundärholz der Bündel. Hellere Färbung in den Schichten des Marks vor den Bündeln und um die markständigen Bündel.

Maximum im Übergang zum Blattstiel, Menge geringer als im ersten Blattstiel.

Gerbstoff. Lupenbild: Nichts auffallendes gegen das erste Gelenk.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis Epidermis tiefbraun, zahlreiche Zellen der sieben bis acht hypodermalen Schichten braun bis gelbbraun. In der mittleren und inneren Rinde einzelne gelbbraune Zellen, in der Stärkescheide, in den Bündeln zahlreicher. Weiter nach oben Epidermis und zahlreiche Idioblasten der fünf hypodermalen Schichten braun gefärbt. Innere Rinde in vielen Zellen gelbliche Tönung. Stärker in der Stärkescheide, hier keine dunkleren Idioblasten.

Abnahme der Idioblasten in den Bündeln, dagegen im Mark vereinzelt hellgelbbraune Zellen. Im Übergang zum Blattstiel wie in diesem. Im peripheren Mark einzelne hellgelbbraune Zellen. Maximum im Gelenk, Abnahme gegen das erste Gelenk.

Oxalat: Basis wenig, im Übergang zum Blattstiel in der primären Rinde ziemlich viel, Mark frei.

Konserviert am 10. 5. 1915.

Untersucht ein 17 cm langer Trieb, weich und biegsam. Vier Internodien: 1,7, 7,5, 6,1, 1 cm lang. Länge der Blattstiele im ersten Wirtel 13,9 und 12 cm, im zweiten 9,2 und 6,7, im dritten 3 und 2,8 cm, im vierten 2 und 1,5 cm. Internodien grün mit roten Flecken. Blattstiele biegsam. Oberseite rötlichbraun, Unterseite grün. Gelenke dunkelgrün.

Nach dem Konservieren: Internodien grün mit braunen Flecken, Blattstiele dunkler, in den jüngeren Partien heller, Gelenke dunkler.

Mitte des ersten Blattstiels. Geschnitten 6 cm oberhalb der Basis.

Anatomie: Primäre Rinde hypodermal kollenchymatisch verdickt, innen zart. Fasersicheln vor den Bündeln schwach ausgebildet und unverholzt. Mark desgl. Bündel zart, Sekundärholz wenig verholzt.

Stärke: Eine ein- bis zweischichtige, tiefblau gefärbte Stärkescheide. Schwache Blaufärbung in der inneren primären Rinde durch fein verteilte Stärke.

Gerbstoff. Lupenbild: Dunklere Färbung in der Epidermis und der hypodermalen Rinde. In der Bündelzone geringe dunkle Färbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis, hypodermale Schicht und einzelne Zellen der folgenden vier Schichten tief- bis gelbbraun gefärbt, desgl. einzelne Idioblasten in den Markstrahlen und im Siebteil der markständigen Bündel. In der inneren primären Rinde einzelne Zellen hellgelb getönt, Stärkescheide und zahlreiche Zellen des Marks intensiver.

Menge geringer, als im entsprechenden Blattstiel des vorher beschriebenen Stadiums.

Oxalat: Vereinzelte Kristalle in der inneren primären Rinde.

Gelenk des ersten Blattstiels. Anatomie: Gewebe sehr zart. Primäre Rinde und Mark kleinzellig.

Stärke. Lupenbild: In allen Höhen des Gelenks Blaufärbung in der Stärkescheide. Im Übergang zum Blattstiel auch im zentralen Mark, am Siebteil der markständigen Bündel.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis in der primären Rinde geringe Blaufärbung durch fein verteilte Stärkekörner, ein- bis zweischichtige Stärkescheide vor den Bündeln deutlich blau gefärbt. Weiter nach oben Färbung in der Rinde nur sehr gering. Stärkescheide ununterbrochen deutlich blau und ein- bis zweischichtig. Im Übergang zum Blattstiel geringe Blaufärbung in der inneren Rinde, tiefblau in der Stärkescheide, hell- bis dunkelblau ein bis zwei Zellschichten des zentralen Marks vor den Siebteilen der markständigen Bündel.

Maximum im Übergang zum Blattstiel. Menge erheblich geringer als am 18. 6. 1915.

Gerbstoff. Lupenbild: In allen Schnitten Braunfärbung in Epidermis und den hypodermalen Schichten, nach dem Blattstiel zu an Intensität abnehmend, in der Bündelzone schwache Gelbfärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis Epidermis tiefbraun, zahlreiche Zellen der sieben bis acht hypodermalen Schichten grünbraun gefärbt, in der inneren primären Rinde einzelne hellere Idioblasten, mehr dagegen zwischen den Bündeln, weniger auch im Mark. Weiter nach oben starke Abnahme der Idioblasten in den hypodermalen Schichten. Stärkescheide, Markstrahlen und zwei Zellschichten des Marks, den Bündeln nächst benachbart, gelb getönt, dunkler einzelne Zellen des zentralen Marks, im Siebteil der markständigen Bündel einzelne grünbraune Idioblasten. Im Übergang zum Blattstiel wie in diesem.

Maximum in der Basis des Gelenks. Abnahme allmählich. Menge erheblich geringer als im ersten Gelenk des vorher beschriebenen Stadiums.

Oxalat: Nur wenige Kristalle in der Basis, nach dem Blattstiel mehr in der inneren primären Rinde und im Mark.

Mitte des zweiten Blattstiels. Anatomie: Fasersicheln und Mark unverholzt, Markstrahlen kleinzellig mit schwach verdickten Membranen.

Stärke. Lupenbild: Wie im ersten Blattstiel.

Mit stärkerer Vergrößerung: Innere Rinde und Stärkescheide wie im ersten Blattstiel. Im Mark fein verteilte Stärke, in ein bis zwei Zellschichten des peripheren Marks in Bündelnähe, sowie in ein bis drei Schichten um die markständigen Bündel.

Stärkemenge größer als im ersten Blattstiel, auch als im zweiten Blattstiel vom 18. 6.

Gerbstoff. Lupenbild: Wie im ersten Blattstiel.

Mit stärkerer Vergrößerung: Ebenfalls keine erheblichen Unterschiede, Menge und Verteilung die gleiche. Menge nicht erheblich geringer als im entsprechenden Blattstiel vom 18. 6.

Oxalat: Wenige Kristalle in der primären Rinde, vereinzelte im peripheren Mark, am Gefäßteil der markständigen Bündel.

Gelenk des zweiten Blattstiels. Anatomie: Keine Verholzung. Die primäre Rinde schwach kollenchymatisch verdickt.

Stärke. Lupenbild: Wie im ersten Gelenk.

Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide wie vorher. Aber in der primären Rinde erheblich mehr, in allen Höhen des Gelenks deutliche Blaufärbung, ebenfalls im Mark in der Basis, weiter nach oben im Mark an Intensität zunehmend, besonders in Bündelnähe und um die markständigen Bündel, auch in den Markstrahlen.

Maximum im Übergang zum Blattstiel. Erheblich größere

Mengen als im Gelenk des ersten Blattstiels, Menge jedoch geringer als am 18. 6.

Gerbstoff: Wie im ersten Gelenk, auch die Menge die gleiche, aber weniger als im zweiten Gelenk des vorher beschriebenen Stadiums.

Oxalat: Einzelne Kristalle in der primären Rinde und im peripheren Mark.

Konserviert am 26. 7. 1915.

60 cm langer Trieb. Fünf Internodien: 5, 19, 24, 9, 3 cm lang. Länge der Blattstiele im ersten Wirtel 18 und 16 cm, im zweiten 10 und 8 cm, im dritten 7,5 und 7 cm, im vierten 8,5 und 3 cm, im fünften 5 und 4 cm. Internodien unten stark, oben schwach verholzt. Korkbildung in den Internodien, deshalb hellbraun gefärbt. Blattstiele unten schwach biegsam, deutlich grün abgesetzt, Oberseite der unteren rötlichbraun, Gelenke dunkelgrün. In der Basis der Blattstiele je eine Achselknospe.

Nach dem Konservieren: Internodien braun, Blattstiele dunkelgrün, Gelenke dunkler.

Mitte des ersten Blattstiels. Anatomie: Primäre Rinde stark kollenchymatisch verdickt in den hypodermalen Schichten. Fasersicheln vor den Bündeln und die zwischen ihnen liegenden Zellen verholzt. Sekundärholz der Bündel nicht so stark verholzt. Mark großzellig und verholzt, peripher unverholzt.

Stärke. Lupenbild: In der Bündelzone und in den markständigen Bündeln und um sie Blaufärbung.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Stärkescheide geringe Blaufärbung durch sehr fein verteilte Stärke. Dunkler in zahlreichen Zellen der Fasern, in den Bündeln, besonders im Sekundärholz, in den Markstrahlen, in einzelnen Zellen des zentralen Marks, in ein bis zwei Schichten um die markständigen Bündel und um diese.

Menge erheblich geringer als im gleichen Blattstiel des vorhergehenden Stadiums, aber mehr als im jüngsten.

Gerbstoff. Lupenbild: Epidermis und hypodermale Rinde braun gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis hellbraun, erste hypodermale Schicht, sehr zahlreiche Zellen der zweiten grünbraun, weniger und heller in den folgenden drei bis vier Schichten. In der mittleren Rinde einzelne schwachgelb gefärbte Zellen, desgl. in der Stärkescheide, aber deutlicher gefärbt. In den Markstrahlen zahlreiche gelbgrüne Zellen, ebenfalls in der Zellschicht um den Gefäßteil der Bündel, weniger in den Bündeln, auch in den markständigen und in der Zellschicht um diese. Eine Anzahl hell- bis intensiv gelbbraun gefärbter Zellen im zentralen Mark.

Gegen das vorige Stadium in der äußeren primären Rinde erheblich weniger Gerbstoff. In den inneren Geweben etwas mehr. Gegen das jüngste Stadium kaum Unterschiede.

Oxalat: Einzelne Kristalle in der inneren primären Rinde, wenig im peripheren Mark.

Gelenk des ersten Blattstiels. Anatomie: In der Basis keine Verholzung. Hypodermale Schichten schwach kollenchymatisch verdickt. Im Übergang zum Blattstiel Mark z. T. verholzt.

Stärke. Lupenbild: In der Basis Stärkescheide vor den Bündeln deutlich blau gefärbt. Weiter nach oben nicht so intensiv. Im Übergang zum Blattstiel deutliche Blaufärbung in der Bündelzone und den markständigen Bündeln.

Mit stärkerer Vergrößerung: Stärkescheide vor den Bündeln ein- bis dreischichtig und dunkelblau gefärbt. Weiter nach oben auch in einigen Zellen um die markständigen Bündel Blaufärbung. Stärkescheide nur ein- bis zweischichtig. Im Übergang zum Blattstiel in zahlreichen Zellen der einschichtigen Stärkescheide dunkelblaue Färbung, sonst wie im Blattstiel, aber dunklere Färbung, besonders im Sekundärholz der Bündel, in der Zellschicht um den Gefäßteil, auch um

die markständigen Bündel, stärkeführende Zellen im Mark nicht so zahlreich, aber dunkelblau gefärbt.

Maximum im Übergang zum Blattstiel, Menge erheblich geringer als am 18. 6., jedoch bedeutend größer als am 10. 5.

Gerbstoff. Lupenbild: In der Basis deutliche Braunfärbung in den äußeren Schichten, schwächer in der Mittelzone. Abnahme der Färbung nach dem Blattstiel. Im Übergang nur Hellbraunfärbung in den äußeren Schichten.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis und hypodermale Schicht braun. In den folgenden fünf bis sechs Schichten zahlreiche hell- bis dunkelgelbbraune Idioblasten. In der inneren Rinde eine Anzahl gelbgefärbter Zellen. In den Bündeln zahlreiche hellgelbbraune Idioblasten, weniger im Mark. Weiter nach oben Abnahme der Idioblasten in den hypodermalen Schichten, im Mark geringe Zunahme, im Übergang starke Abnahme der Menge. Bedeutend weniger in den Bündeln und im Mark, Färbung nicht so intensiv. Dagegen schwache gelbliche Tönung in der Stärkescheide.

Maximum in der Basis des Gelenks, nach dem Blattstiel allmähliche Abnahme, Menge geringer als am 18. 6., abe größer als am 10. 5.

Oxalat: In sehr großen Mengen in der Basis, in der primären Rinde und im Mark, einzelne auch in den Fasern vor dem Siebteil der Bündel, nach dem Blattstiel starke Abnahme im Mark, in der Rinde allmählich.

Mitte des zweiten Blattstiels. Anatomie: Verholzung wie im ersten Blattstiel.

Stärke: Wie im ersten Blattstiel, aber weniger. Stärkescheide dunkler gefärbt. Dagegen keine Stärke im peripheren Mark, starke Abnahme in den Siebteilen der Bündel.

Gerbstoff. Lupenbild: Nichts Auffallendes.

Mit stärkerer Vergrößerung: Epidermis braun, die beiden hypodermalen Schichten tief grünbraun, heller einige Zellen der folgenden beiden Schichten, in den Bündeln und den Markstrahlen, zahlreiche in den markständigen Bündeln und

in zwei Schichten um diese. In der inneren Rinde eine Anzahl hellgelbbraun gefärbter Idioblasten, desgl. im zentralen Mark, aber dunkler, wenige in der Stärkescheide, auch nur schwach gefärbt.

Menge größer als im ersten Blattstiel, desgl. als im zweiten Blattstiel vom 18. 6. Ungefähr dieselbe Menge wie am 10. 5.

Oxalat: Wie im ersten Blattstiel.

Gelenk des zweiten Blattstiels. Anatomie: In der Basis keine Verholzung. Mark kleinzellig. Im Übergang zum Blattstiel schwache Verholzung im Mark.

Stärke. Lupenbild: Stärkescheide blau gefärbt.

Mit stärkerer Vergrößerung: In der Basis deutliche Blaufärbung in der ein- selten zweischichtigen Stärkescheide vor den Bündeln. Weiter nach oben dunkler gefärbt. Auf der Innenseite der Bündel in vereinzelten Zellen Blaufärbung. Im Übergang zum Blattstiel in der mittleren Rinde schwache Blaufärbung durch fein verteilte Stärke. Stärkescheide nicht so intensiv gefärbt wie im Gelenk. Geringe Blaufärbung im Siebteil sämtlicher Bündel und in einer Zellschicht um die markständigen Bündel. Deutliche Färbung im Sekundärholz.

Geringes Maximum im Übergang zum Blattstiel, Menge erheblich geringer als im ersten Gelenk und als im zweiten Gelenk vom 18. 6. und vom 10. 5.

Gerbstoff. Lupenbild: Wie im ersten Gelenk.

Mit stärkerer Vergrößerung: Verteilung wie im ersten Gelenk. In der Basis in der inneren Rinde Idioblasten, intensiv gelbgrün gefärbt, auch zahlreicher, desgl. im Mark und in der Bündelzone. Weiter nach oben Abnahme der Zahl der Idioblasten. Im Übergang zum Blattstiel wie im ersten Gelenk, nur Färbung im Mark dunkler.

Menge im Gelenk größer als im ersten Gelenk, geringer als im entsprechenden Gelenk vom 18. 6., vor allem in der äußeren primären Rinde, aber erheblich größer als am 10. 5.

Oxalat: Erheblich weniger als im ersten Gelenk, vor

allem in der Basis, starke Abnahme nach dem Blattstiel. Auftreten als Drusen und als Einzelkristalle.

Zusammenfassung.

1) Anatomie: In der Anordnung der Gewebe gleicht Acer sehr Aesculus. Die primäre Rinde ist nicht so scharf in die beiden Hälften differenziert, es findet ein allmählicher Übergang statt, sie erscheint auch schmaler als bei Aesculus. Die Fasersicheln vor den Bündeln zeigen keine so kräftige Entwicklung, auch bilden sie keinen geschlossenen Ring. Die Siebteile bleiben durch die nicht stark entwickelten Markstrahlen getrennt, ebenso die Gefäßteile, die in das kräftig entwickelte verholzte Sekundärholz und das gering entwickelte und unverholzte Primärholz zerfallen. Das ziemlich großzellige Mark verholzt während der Entwicklung bis auf die peripheren Schichten. In ihm liegen zahlreiche Bündel, ihre Zahl wechselt in den einzelnen Blattstielen sehr stark, sie bilden einen geschlossenen Halbkreis, der nach der Oberseite offen ist, in ihm liegen oft noch ein bis drei kleine Bündel.

Im Gelenk finden wir die primäre Rinde dicker, die inneren Schichten erscheinen kollenchymatisch verdickt und kleinzelliger. Die Bündel sind unverholzt. Das Mark zeigt keine Verholzung und größere Zellen. Erst im Übergang zum Blattstiel beginnt es zu verholzen und dann erscheinen die markständigen Bündel.

Im Laufe der Entwicklung schließen sich die Fasersicheln zu einem Ring zusammen, in dem die zwischen ihnen liegenden Zellen verholzen, das Mark und das Sekundärholz der Bündel verholzt mehr und mehr.

2) Chlorophyll und reduzierender Zucker: Finden sich in der gleichen Menge und Verteilung wie bei Aesculus.

3) Stärke: Im Blattstiel findet sich die Stärke stets in der Stärkescheide und in der inneren primären Rinde, in den beiden letzten Stadien auch in den Bündeln, in den Mark-

strahlen, im Mark, vor allem peripher und um die markständigen Bündel, wenig nur in den übrigen Schichten, und ebenso den markständigen Bündeln. Im Gelenk liegt die Stärke vor allem in der Stärkescheide, in den beiden ersten Stadien auch wenig in der mittleren Rinde. Nach dem Blattstiel tritt die Stärke auch allmählich in denselben Geweben wie in diesen auf. Das Maximum liegt stets im Übergang von der Basis zum Blattstiel, im Gelenk weniger als im Blattstiel.

In den einzelnen Stadien finden wir im ersten Stadium vom 10. 5. am meisten im oberen Wirtel, weniger im unteren. Im zweiten Stadium vom 18. 6. führt der erste Wirtel mehr Stärke, als der zweite. Im letzten Stadium besitzt das erste Gelenk mehr als das zweite, der erste Blattstiel jedoch weniger als der zweite.

Während der Entwicklung stellen wir im ersten Gelenk ein Maximum fest im zweiten Stadium, und ein Minimum im jüngsten, desgl. im ersten und zweiten Blattstiel. Im zweiten Gelenk liegt das Maximum ebenfalls im mittleren Stadium, die beiden übrigen Stadien besitzen annähernd gleichviel Stärke.

4) Gerbstoff: In den Blattstielen finden wir ziemlich viel in der Epidermis und den zwei bis drei hypodermalen Schichten, weniger in der Bündelzone, in den markständigen Bündeln und in der Zellschicht um diese. Sehr wenig in der mittleren Rinde, in der Stärkescheide und im Mark, Färbung hier meist nur gelb- bis schwachgelbbraun.

In den Gelenken nimmt die Menge erheblich zu, vor allem in den hypodermalen Schichten, meist in der Zahl fünf bis sieben, und in der Bündelzone, dann erscheinen auch die gerbstoffführenden Zellen in der mittleren Rinde intensiver gefärbt und sind auch zahlreicher.

Das Maximum liegt stets in der Basis, nach dem Blattstiel zu tritt eine allmähliche Abnahme ein.

In den einzelnen Stadien finden wir im ersten Stadium in den Blattstielen und Gelenken des ersten und zweiten

Wirtels annähernd die gleichen Mengen. Im zweiten Stadium tritt im ersten Wirtel erheblich mehr Gerbstoff auf als im zweiten. Im dritten Stadium dagegen haben wir im ersten Wirtel weniger als im zweiten.

Während der Entwicklung zeigt sich folgendes: In den Gelenken liegt das Maximum im mittleren Stadium und das Minimum im jüngsten. Im ersten und zweiten Blattstiel finden wir im ältesten und jüngsten Stadium annähernd die gleichen Mengen. Im ersten Blattstiel im mittleren Stadium ein Maximum, im zweiten Blattstiel dagegen ein Minimum.

5) Oxalat: Tritt auf im Gelenk und Blattstiel in der primären Rinde und im peripheren Mark in Form von Einzelkristallen, seltener Drusen.

In den beiden ersten Stadien finden wir das Maximum im Übergang vom Gelenk zum Blattstiel, im letzten Stadium dagegen in der Basis des Blattstiels. Das Stadium vom 10. 5. besitzt im zweiten Wirtel mehr Oxalat als im ersten. Im letzten verhielt es sich umgekehrt. Im mittleren Stadium führen beide gleich viel.

Während der Entwicklung zeigen sich zwischen den beiden ersten Stadien keine erheblichen Unterschiede. Im letzten Stadium tritt eine Zunahme ein, besonders im ersten Gelenk liegt sehr viel Oxalat.

Allgemeiner Teil.

1. Morphologie.

Die Gelenke heben sich stets von den übrigen Teilen deutlich ab, sowohl in ihrer Dicke, als durch ihre Färbung.

Bei den Gräsern zeigen sie sich auf dem Längsschnitt stets mehr oder weniger angeschwollen gegen Scheide und Spreite. Gegen diese, die dunkelgrün gefärbt, treten sie durch ihre hellere gelbliche Färbung deutlich hervor, nach dem Konservieren sind sie dunkelbraun gefärbt, während Scheide und Spreite nur wenig verändert erscheinen. Die Gelenke von Zea, Saccharum und Imperata besitzen die Form einer bikonkaven Linse, während dasjenige von Glyceria einer plankonkaven Linse gleicht mit der konkaven Seite nach der Scheide weisend.

Bei den übrigen Objekten treten die Gelenke noch deutlicher hervor, da sie sehr stark angeschwollen sind gegen die Internodien, bezw. die Blattstiele. Im lebenden Zustand ist ihre Färbung stets dunkler grün, besonders bei Epimedium, Aesculus und Acer. Nach der Konservierung zeigen die Gelenke von Epimedium eine intensive Braunfärbung und heben sich von den Stielinternodien deutlich ab, bei den übrigen Objekten ist der Unterschied nicht stark, aber stets sind die Gelenke dunkler gefärbt als die übrigen Teile.

2. *Anatomie.*

a) Allgemeine Anatomie:

Im Übergang zum Gelenk tritt eine erhebliche Veränderung des anatomischen Baus ein. Die Bündel, die die einzig festen Gewebe im Gelenk bleiben, werden mehr in die Mitte verlagert, um nicht die Bewegungen des Gelenks zu hindern. Die äußeren Gewebemassen erscheinen breiter, sie bleiben unverholzt, ihre Zellen werden kleiner und kürzer, es ist das »aktive Gewebe« [1]).

b) Festigungsgewebe:

Allen Objekten mit Ausnahme von Aristolochia ist, wie bekannt, gemeinsam, daß das sklerenchymatische Gewebe der Internodien, Blattstiele, Scheiden und Spreiten in den Gelenken in kollenchymatisches Gewebe übergeht. Der Übergang von Sklenrenchym zum Kollenchym erfolgt sehr plötzlich. Die Zellen beider Gewebe greifen fingerförmig ineinander.

Das mechanische Gewebe ist bei den einzelnen Pflanzen sehr verschieden ausgebildet.

Bei den Gräsern setzt es sich in Scheide und Spreite zusammen aus unterseitigen und oberseitigen Fasersträngen, die den Bündeln entsprechen, ferner aus Fasersicheln an Sieb- und Gefäßteil der Bündel, die jedoch bei Glyceria fehlen. In der Spreite tritt im Mittelnerv hypodermal auf der Oberseite ein schmales aus ein bis zwei Zellschichten bestehendes Faserband auf, Glyceria besitzt dieses ebenfalls nicht. Im Gelenk finden wir die gleiche Anordnung, jedoch sind die beiderseitigen Faserstränge dicker und das Parenchym zwischen den unterseitigen Fasersträngen in der mittleren Region erscheint kollenchymatisch verdickt. Das Faserband ist ein bis zwei Zellschichten unter der Epidermis gelagert und erheblich breiter. Es bildet sich im Übergang von der Scheide aus den oberseitigen Fasersträngen der mittleren Region.

---

1) Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. 2, S. 371. Jost, S. 624.

Chaerophyllum besitzt im Internodium, ein bis zwei Zellschichten von der Epidermis entfernt, nierenförmige Kollenchymstränge, die in ihrer Zahl den großen Bündeln entsprechen und vor ihnen liegen. Vor den Bündeln befinden sich am Siebteil kräftige Fasersicheln, am Gefäßteil erscheinen diese nur schwach ausgebildet. Zwischen den Bündeln liegen Libriformbündel, die sehr stark verholzt sind. An die kleinen Bündel grenzen sie unmittelbar, während sie von den großen durch drei Zellschichten getrennt sind. Im Gelenk sind die Fasersicheln und die Libriformbündel nicht so kräftig entwickelt und weniger verholzt.

Bei Epimedium und Aristolochia bildet den Hauptteil des Festigungsgewebes der an die primäre Rinde grenzende breite Sklerenchymring. Mit ihm in Verbindung stehen die schwach sklerenchymatischen Fasersicheln am Siebteil, die Fasern am Gefäßteil sind auch nur wenig entwickelt. Bei Aristolochia nimmt die Breite des Sklerenchymrings im Gelenk ab, sonst finden sich keine Unterschiede. Bei Epimedium tritt im Gelenk an die Stelle des Sklerenchymrings eine sehr breite Zone schwach kollenchymatisch verdickten Gewebes.

Aesculus besitzt im Blattstiel vor den Bündeln am Siebteil kräftige stark sklerenchymatisch verdickte Fasersicheln, die sich im Laufe der Entwicklung zu einem breiten, geschlossenen und leicht gewellten Ring vereinigen. Er fehlt im Gelenk, wo die Fasern nur schwach kollenchymatisch ausgebildet sind. Erst im Übergang zum Blattstiel beginnen sie kräftiger und sklerenchymatisch zu werden. Die Fasersicheln am Gefäßteil der Bündel sind nur wenig entwickelt.

Das gleiche gilt von Acer. Nur bilden die Fasersicheln keinen geschlossenen Ring, auch sind sie nicht so kräftig entwickelt.

c) Verholzung:

Im allgemeinen ist die Verholzung in den Gelenken stets schwächer als in den übrigen Teilen bezw. fehlt sie ganz. In diesen verholzt das als Sklerenchym ausgebildete Faser-

gewebe sehr stark, ebenfalls die Libriformbündel, ferner zeigt sich eine frühe Verholzung in den Gefäßen der Bündel, dies auch in den Gelenken der Gräser, vor allem im Sekundärholz, ferner in der Bündelscheide, bezw. in der Zellschicht um die Bündel. Die Markstrahlen verholzen auch ziemlich stark.

Bei den Gräsern, mit Ausnahme von Glyceria, zeigt sich in den inneren Schichten in der mittleren Region von Scheide und Spreite ziemlich starke Verholzung, nicht so stark in den Rändern im Grundparenchym zwischen den oberseitigen Fasersträngen und den Bündeln, am stärksten ist die Verholzung unter und über dem Gelenk. Im Gelenk selbst verholzen nur die Gefäße der Bündel.

Das Mark der Dikotylen verholzt zuerst peripher bei Chaerophyllum, sonst beginnt die Verholzung in den Internodien und Blattstielen im zentralen Mark, um peripher fortzuschreiten bis auf die äußersten zwei bis drei Zellschichten. In den Gelenken bleibt das Mark stets unverholzt, nur die Gefäße, und bei Chaerophyllum die Libriformbündel verholzen.

d) Epidermis:

Sie hat bei allen untersuchten Pflanzen ziemlich stark verdickte Membranen und ist gleichmäßig gebaut. Bei den Gräsern finden sich in den Rändern der Spreite auf der Oberseite zwischen den Fasersträngen Gelenke ausgebildet, mit Ausnahme von Glyceria.

e) Rinde:

Unter der Rinde sollen hier bei den Gelenken der Gräser die Schichten verstanden werden, die unmittelbar unter der Epidermis liegen, auf der Unterseite, also vor allem zwischen den Bündeln. Sie unterscheiden sich vom inneren Gewebe kaum. Die Rinde besteht aus kleinzelligem Parenchym, auf der Unterseite chlorophyllhaltig, und setzt sich aus mehreren Schichten zusammen, bei Glyceria jedoch oberseitig nur aus einer, unterseitig aus zwei Schichten. Im Gelenk werden die unterseitigen Schichten in der mittleren Region stark kollenchymatisch verdickt, sonst bleiben sie bei Zea, Saccharum

und Imperata unverändert, während sie bei Glyceria sich in ihrer ganzen Ausdehnung ziemlich stark kollenchymatisch verdicken.

Allgemein ist zu sagen, daß die primäre Rinde im Gelenk erheblich breiter erscheint als im Internodium bezw. Blattstiel, und außen kleinzelliger und dickwandiger als innen. Außerdem ist die äußere Zone chlorophyllhaltig und dunkler gefärbt als die innere.

Bei Chaerophyllum ist die sehr breite Rinde außen aus kleinzelligem schwach verdicktem, innen aus großzelligem und dünnwandigem Gewebe zusammengesetzt. Im Gelenk zeigen sich keine Unterschiede, nur ist die primäre Rinde breiter geworden.

Aristolochia zeigt die gleichen Verhältnisse, nur deformieren sich die Zellen der inneren Rinde während der Entwicklung sehr stark im Internodium und sterben z. T. ab. Im Gelenk werden die Zellen besonders bei der Blattansatzstelle kleinzelliger, und die äußere und innere Rinde zeigen keine Unterschiede.

Epimedium besitzt im Internodium nur eine sehr schmale Rinde, deren beide hypodermale Schichten stark kollenchymatisch verdickt sind, die inneren dünnwandiger und großzelliger. Im Gelenk wird die Rinde erheblich breiter, ist jedoch nicht so stark kollenchymatisch verdickt.

Der Unterschied zwischen äußerer und innerer Rinde tritt im Blattstiel von Aesculus stärker hervor als bei Acer, sonst finden sich die gleichen Bauverhältnisse. Nur nimmt die kollenchymatische Verdickung bei Acer allmählich ab und geht so in die innere Rinde langsam über, die aus großzelligem und dünnwandigem Gewebe besteht. Im Gelenk besitzen beide eine erheblich breitere Rinde, die auch innen aus kleineren kollenchymatischen Zellen besteht.

f) Bündel:

Sie sind bei den Gräsern alle gleichmäßig gebaut, ihre Zahl nimmt von der Spreite nach der Scheide zu. Bei Gly-

ceria liegen sie stets gleich weit von Ober- und Unterseite entfernt. Bei den übrigen Gräsern sind die Bündel in Scheide und Spreite mehr nach der Unterseite verlagert. Bei Imperata und Glyceria alternieren zwei Größen von Bündeln, bei Zea sind es drei, jedoch liegen zwischen der Epidermis der Unterseite und den großen Bündeln noch kleinste Bündel.

Bei den übrigen Objekten finden wir stets kollateral gebaute Bündel. Sie stehen im Kreise angeordnet. Bei Chaerophyllum alternieren drei Größen von Bündeln, bei Epimedium deren zwei, jedoch stehen die kleinen Bündel etwas weiter nach außen als die großen.

Der Siebteil der Bündel ist mit Ausnahme von Aesculus wenig entwickelt. Der Gefäßteil zerfällt in das Primär- und das Sekundärholz. Das erste zeigt nur geringe, das letztere dagegen eine mächtige Entwicklung. Sehr breit sind die Bündel von Aristolochia, der Gefäßteil bildet Flügel nach den Seiten des Siebteils. Die Bündel von Aesculus verbreitern sich im Blattstiel sekundär, dabei bildet der Siebteil die sekundäre Rinde, das Sekundärholz aller Bündel schließt sich zu dem mächtig entwickelten Holzkörper zusammen. Im Gelenk fehlt beides. Markständige Bündel besitzen Aesculus, wo sie isoliert stehen, und Acer, bei welchem ihre Zahl größer ist und sie einen Halbkreis bilden. Im Gelenk fehlen die markständigen Bündel.

Chaerophyllum hat zwischen den Siebteilen die Libriformbündel, zwischen den Gefäßteilen findet sich kleinzelliges verholztes Gewebe. Auch bei Epimedium treten die Markstrahlen nicht deutlich hervor, bei Acer ist das Gewebe etwas großzelliger, im Gelenk jedoch bei allen unverholzt.

Bei Aesculus hat das sekundäre Wachstum der Bündel das Gewebe zwischen den Bündeln im Blattstiel verdrängt, im Gelenk findet sich das Gewebe jedoch wie bei Acer.

Die Markstrahlen von Aristolochia erscheinen deutlich ausgebildet, die verholzten Zellen sind radiär gestreckt. Markstrahlartige Ausbuchtungen finden sich bei Epimedium und

Aristolochia zwischen den unverdickten Fasersicheln und grenzen an die Innenseite des Sklerenchymrings.

g) Inneres Gewebe:

Bei den Gräsern ist es großzellig, zwischen den oberseitigen Fasersträngen kleinzelliger und stärker verdickt. Dazwischen haben sich in den Rändern mehr oder weniger große Höhlungen gebildet, besonders stark bei Glyceria, wo nur das Nervenparenchym, in dem die Bündel liegen, erhalten geblieben ist. Im Gelenk und im Mittelnerv von Scheide und Spreite ist das Grundparenchym stets erhalten geblieben.

Im Gelenk erscheint das Grundparenchym kleinzelliger und schwach kollenchymatisch verdickt. Bei Glyceria sind die Höhlungen fast ganz durch stark kollenchymatisch verdicktes Gewebe ausgefüllt, nur innen findet sich noch wenig lockeres Sternparenchym.

Chaerophyllum besitzt im inneren Mark Höhlungen nur im Internodium und im unteren Teil des Gelenks. Sonst ist bei allen Pflanzen das periphere Mark kleinzellig und etwas dickwandiger als das zentrale großzellige und dünnwandige. Im Gelenk ist das zentrale Mark auch kleinzelliger, schwach verdickt bei Epimedium, Aesculus und Acer.

3. Chlorophyll.

Es ist im Gelenk feinkörniger und mehr über das ganze Gewebe zerstreut.

Bei den Gräsern finden wir in den Gelenken stets weniger Chlorophyll als in Scheide und Spreite. Es findet sich in der Bündelzone besonders um die kleinen Bündel, weniger in den hypodermalen unterseitigen Schichten. In der Spreite auch im Grundparenchym und bei Imperata und Glyceria tritt es ebenfalls in den hypodermalen Schichten der Oberseite auf, seltener in den Bündeln der Gelenke. Die übrigen Objekte zeigen annähernd die gleiche Verteilung: am meisten in den hypodermalen Schichten der Rinde, in der Bündelzone und im Gefäßteil der Bündel. Bei Chaerophyllum auch in

der Zellschicht um die Kollenchymstränge und in der Stärkescheide, bei Aristolochia auch im Sklerenchymring.

4. Reduzierender Zucker.

Nicht näher untersucht wurden Saccharum und Glyceria. Zea besitzt das Maximum im Gelenk in der mittleren Region, unmittelbar über der Ligula, hauptsächlich im Grundparenchym, sonst findet sich noch Zucker in den Bündeln und im Assimilationsparenchym. Am wenigsten Zucker tritt in der Spreite auf. Er fehlt in der Scheide von Imperata, sonst findet sich bei Imperata dieselbe Verteilung wie bei Zea, außerdem auch in den Kollenchymsträngen.

Allgemein tritt auch bei den übrigen Objekten das Maximum im Gelenk auf. Die Hauptmenge liegt bei Chaerophyllum in den Bündeln und zwischen ihnen, um die Ölgänge und Kollenchymstränge, weniger in der übrigen Rinde und im Mark.

Bei Epimedium findet sich sehr viel im Mark und in der hypodermalen Rinde in den gerbstoffführenden Zellen, wie auch sonst in diesen. Im Internodium liegt der meiste Zucker im Mark.

Aristolochia zeigt gleichfalls eine Anhäufung von Zucker im Mark des Gelenkes, in seiner Rinde erheblich weniger. Im Blattstiel tritt eine starke Abnahme der Menge ein.

Aesculus und Acer zeigen die gleichen Verhältnisse: im Mark sehr viel, in der Rinde wenig. Das Maximum liegt im Übergang vom Gelenk zum Blattstiel, in diesem sind nur geringe Zuckermengen vorhanden.

5. Stärke.

Allgemein ist über die Mengenverhältnisse in den Gelenken und den übrigen Teilen folgendes zu sagen: Das Maximum liegt stets im oder am Gelenk. Im Gelenk finden wir es bei Saccharum und Glyceria, bei Aristolochia in Höhe der Knospenanlagen, bei Zea und Imperata im ersten und

dritten Stadium, während wir bei den mittleren Stadien zwei Maxima in den Übergängen haben. Zwei Maxima, gleichfalls unmittelbar unter und über dem Gelenk, sind bei Chaerophyllum und Epimedium vorhanden. Aesculus und Acer besitzen ein Stärkemaximum im Übergang vom Gelenk zum Blattstiel. Die Menge im Gelenk ist stets größer als in Scheide und Spreite bezw. Internodium, nur bei Aesculus und Acer besitzt der Blattstiel mehr Stärke als das Gelenk.

a) Verteilung der Stärke:

Bei den Gräsern findet sich in Scheide und Spreite Stärke nur um die Bündel, vielfach auch nur an den Seiten. Im Gelenk bezw. in den Übergängen tritt hier erheblich mehr auf, ferner auch im großzelligen Grundparenchym in der mittleren Region in zwei bis drei Zellschichten unter dem Faserband und zwischen den oberseitigen Fasersträngen und den Bündeln im Übergang nach den Rändern.

In der primären Rinde finden wir Stärke bei Epimedium in den Gelenken der beiden ersten Stadien, bei Aristolochia in den Gelenken und in den Internodien, bei Aesculus und Acer auch in den Gelenken und Blattstielen.

In der Stärkescheide findet sie sich in allen Objekten, jedoch nicht immer in der gleichen Menge. Oft auch in ein bis zwei benachbarten Zellschichten, vor allem an den Stellen der Maxima, bei Aesculus und Acer auch im Gelenk. Bei Epimedium fehlt die Stärke überhaupt im ersten Internodium des zweiten Stadiums.

In den Bündeln liegt Stärke ebenfalls bei allen Pflanzen, jedoch meist nur in den letzten Stadien, nach Eintritt der Verholzung, dann vor allem im Sekundärholz, weniger im Siebteil und Primärholz, und hier nicht überall. Sehr viel Stärke findet sich im Siebteil von Acer. In den Gelenken von Aesculus und Acer fehlt die Stärke in den Bündeln. Sehr groß ist auch die Menge in den verholzten Markstrahlen, weniger in den markstrahlartigen Ausbuchtungen.

Im Mark findet sich sehr viel Stärke peripher, weniger

zentral. Die Menge nimmt mit der Entwicklung zu bei Chaerophyllum, Epimedium, Aristolochia, bei Aesculus und Acer jedoch nicht so stark, sondern die Stärke verschwindet aus dem zentralen Mark. Sehr viel liegt bei beiden auch um die markständigen Bündel. In ihren Gelenken tritt im Mark überhaupt keine Stärke auf.

Bei Chaerophyllum und Aristolochia findet sich in den beiden jüngsten Stadien im Internodium nur in der Stärkescheide Stärke.

b) Verhalten der Stärke im Gelenk mit zunehmendem Alter:

Bei den Gräsern findet sich ein Stärkemaximum im mittleren Stadium. Bei Epimedium zeigt das erste Gelenk im ersten und letzten Stadium ein Maximum, im zweiten Gelenk findet eine allmähliche Zunahme statt. Aristolochia besitzt zwei Maxima im ersten und letzten Stadium, im letzten ist am meisten vorhanden.

Chaerophyllum führt in den beiden ersten Stadien nur sehr wenig Stärke und zwar im ersten mehr als im zweiten. In den beiden letzten Stadien nimmt die Menge erheblich zu. Das Maximum liegt im letzten Stadium. Bei Aesculus und Acer tritt wie bei den Gräsern ein Maximum im mittleren Stadium auf.

Untersuchten wir von einem Stadium mehrere Gelenke, so können wir bei Chaerophyllum, Aristolochia und Aesculus eine Abnahme vom älteren zum jüngeren Gelenk desselben Stadiums feststellen, desgl. bei Acer in den beiden ältesten Stadien, im jüngsten Stadium dagegen hat die Menge im zweiten Gelenk gegen das erste zugenommen. Bei Epimedium finden wir im zweiten und vierten Stadium am meisten Stärke, im zweiten Gelenk beim dritten Stadium mehr im ersten Gelenk.

6. Gerbstoff.

Die Gelenke zeigen nach dem Konservieren makroskopisch, daß sie stets mehr Gerbstoff enthalten als die übrigen

Teile. Besonders auffallend ist dies bei den Gräsern, bei Epimedium, Aesculus und Acer, wo die Gelenke dunkelbraun gefärbt sind, nicht so intensiv bei Chaerophyllum und Aristolochia, wo die Gelenke dunkelgrünbraun gefärbt erscheinen.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigt den äußeren Eindruck, daß im Gelenk eine Gerbstoffanhäufung stattfindet.

a) Verteilung des Gerbstoffs:

Der Gerbstoff tritt in den Geweben auf, in denen sich meist auch der Zucker befindet.

In den Scheiden der Gräser findet sich der Gerbstoff in der Epidermis, in den hypodermalen Schichten der Unterseite und in einer Zellschicht um die Bündel und die Faserstränge bei Zea und Imperata. Saccharum besitzt ihn dagegen im farblosen Parenchym, um die Bündel und Faserstränge und im Grundparenchym vor den Bündeln. Glyceria führt nur wenig Gerbstoff hypodermal auf der Unterseite im letzten Stadium.

In der Spreite tritt er auf bei Zea nur in der Epidermis, in den Gelenkzellen der Oberseite und im angrenzenden farblosen Grundparenchym, bei Saccharum in den Gelenken, zwischen den Bündeln und dem großzelligen Grundparenchym in den Rändern, im ältesten Stadium nur im Parenchym zwischen den großen Bündeln im Übergang vom Mittelnerv zur Spreite. Imperata führt Gerbstoff in der Epidermis, in den Gelenken und im angrenzenden Parenchym. Glyceria besitzt im letzten Stadium sehr viel Gerbstoff im Assimilationsparenchym der Ober- und Unterseite.

Die Gelenke führen am meisten Gerbstoff in den Rändern, nach der Mitte findet eine Abnahme statt. Die Hauptmenge liegt in den äußeren Geweben, in der Epidermis und auch in den Kollenchymsträngen. Bei Glyceria fehlt der Gerbstoff in der mittleren Region. Das Maximum liegt stets im Gelenk. Eine Ausnahme bildet das zweite Stadium von Saccharum, wo sich das Maximum in der mittleren Region unmittelbar unter der Ligula befindet.

Über die anderen Objekte ist folgendes zu sagen: In der Epidermis findet sich stets Gerbstoff in ziemlich erheblicher Menge, ausgenommen Epimedium im zweiten Stadium, wo nur wenig vorhanden ist.

Die primäre Rinde besitzt stets sehr viel Gerbstoff in den hypodermalen Schichten und zwar sind diese im Gelenk zahlreicher als in den Internodien bezw. Blattstielen, sonst sind es bei Epimedium, Aesculus und Acer nur zwei bis drei Schichten im Internodium bezw. Blattstiel, im Gelenk dagegen fünf bis sieben. In der inneren Rinde liegt der Gerbstoff bei Chaerophyllum in einer Zellschicht um die Kollenchymstränge, die Ölgänge und vor der Stärkescheide. Bei Epimedium, Aesculus und Acer finden sich zahlreiche Zellen mit Gerbstoffniederschlag, im Gelenk nimmt ihre Zahl zu. In der Stärkescheide von Aristolochia, Aesculus und Acer wenige braun- bezw. gelbgefärbte Zellen.

Im Sklerenchymring finden sich bei Epimedium vereinzelte gerbstoffführende Zellen, im Gelenk ebenso in den an seine Stelle getretenen Zellschichten. Aesculus und Acer besitzen zwischen den Fasersicheln einige braune Zellen.

In den Bündeln findet sich Gerbstoff bei Chaerophyllum im Primärholz, bei Epimedium im Gelenk, bei Aristolochia auch im Kambium. Bei Aesculus und Acer tritt sehr viel auf im Sekundärholz, weniger im Siebteil bezw. in der sekundären Rinde. Die Zahl der gerbstoffführenden Zellen ist im Gelenk größer als im Blattstiel.

Das Mark besitzt bei Chaerophyllum nur im unverholzten Zustande Gerbstoff zwischen den Bündeln und in drei Zellschichten um die größeren. Im Gelenk von Epimedium finden sich im Mark und in den Markstrahlen zahlreiche Gerbstoffidioblasten, desgl. bei Aristolochia, aber die Gerbstoffmenge ist in diesen geringer.

Bei Aesculus und Acer liegen im Gelenk sehr viele Idioblasten in der Bündelzone und um die markständigen Bündel,

weniger im übrigen Mark, nach dem Blattstiel zu tritt eine Abnahme ein.

Über Aristolochia ist noch zu bemerken, daß die Basis des Blattstiels sehr gerbstoffhaltig ist, sie ist wie die Rinde des Gelenks tiefbraun gefärbt.

b) Verhalten des Gerbstoffs in den Gelenken mit zunehmendem Alter:

Es zeigen sich bei den einzelnen Objekten große Verschiedenheiten.

Bei Chaerophyllum müssen wir das Verhalten in Mark und Rinde scharf trennen. Im Mark liegt das Maximum im ersten und zweiten Gelenk im jüngsten Stadium, dann nimmt die Menge ab und das letzte Stadium besitzt keinen Gerbstoff mehr. Dasselbe Verhalten finden wir im dritten Gelenk, jedoch besitzt das dritte Stadium hier ein zweites Maximum. Die Rinde besitzt in allen drei Gelenken zwei Maxima und zwar im ersten und dritten Stadium. In den einzelnen Stadien finden wir im ersten und zweiten Gelenk die gleichen Mengen, im dritten erheblich mehr in der Rinde, im Mark tritt eine allmähliche Zunahme ein. In der Rinde und im Mark des zweiten Stadiums und in der Rinde des letzten Stadiums nimmt die Gerbstoffmenge allmählich vom ersten nach dem dritten Gelenk ab. Im dritten Stadium stellen wir im Mark eine geringe Zunahme fest, während sich in der Rinde im zweiten Gelenk ein Maximum findet.

Eine Zunahme während der Entwicklung und zugleich eine Abnahme der Menge vom unteren nach dem oberen Gelenk finden wir bei Epimedium und Aesculus. Aristolochia zeigt eine Abnahme während der Entwicklung, sonst wie bei den anderen Objekten.

Bei Acer tritt ein Maximum im mittleren und ein Minimum im jüngsten Stadium auf. Das erste Stadium besitzt in beiden Gelenken annähernd die gleiche Menge. Im zweiten findet sich im unteren Gelenk mehr als im oberen, im dritten Stadium ist das umgekehrte der Fall.

Bei den Gräsern finden sich während der Entwicklung die gleichen Verhältnisse wie bei Acer.

7. Oxalat.

Es findet sich bei Epimedium, Aristolochia, Aesculus und Acer, und tritt in Form von z. T. sehr großen Drusen und Einzelkristallen auf.

Bei Epimedium findet sich wenig in den Übergängen zum Gelenk im Sklerenchymring, mehr im Gelenk selbst, in der mittleren primären Rinde und in den inneren Geweben, es fehlt im jüngsten Stadium.

Bei Aristolochia tritt es auf im peripheren Mark und in den markstrahlartigen Ausbuchtungen im Gelenk, bei den Knospenanlagen auch in der Rinde.

Aesculus und Acer besitzen am meisten Oxalat und zwar sehr viel im Gelenk, weniger im Blattstiel, in der Rinde und im peripheren Mark. Das Maximum liegt bei ihnen meist im Gelenk, seltener im Übergang zum Blattstiel.

Bei sämtlichen Objekten tritt während der Entwicklung eine Zunahme der Oxalatmenge ein.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 5

Spezieller Teil.

Einzeluntersuchungen.

Zea Mays 9

Saccharum officinarum 23

Imperata sacchariflora 41

Glyceria spectabilis 62

Zusammenfassung der Resultate für die Gräser . . . 76

Chaerophyllum aureum 88

Epimedium pinnatum 146

Aristolochia Sipho 174

Aesculus Hippocastanum 201

Acer pseudoplatanus 216

Allgemeiner Teil.

1. Morphologie 234

2. Anatomie 235

3. Chlorophyll 240

4. Reduzierender Zucker 241

5. Stärke 241

6. Gerbstoff 243

7. Oxalat 247

Lebenslauf.

Ich, G. Eckmann, wurde am 28. März 1892 in Flensburg geboren. Zunächst besuchte ich die dortige Volksschule. Ostern 1902 wurde ich in das Königl. Gymnasium aufgenommen und trat Ostern 1906 ins Realgymnasium über, das ich Ostern 1912 mit dem Reifezeugnis verließ. Seit dieser Zeit studierte ich Naturwissenschaften und zwar drei Semester in Heidelberg, je ein Semester in Berlin und Greifswald und seit Herbst 1914 in Göttingen.

Allen meinen akademischen Lehrern bin ich zu großem Dank verpflichtet. Insbesondere danke ich auch an dieser Stelle Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Berthold für die Anregung zu vorliegender Arbeit und für seine mannigfachen liebenswürdigen Ratschläge.